

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**Maria Jéssica dos Santos Cabral**

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Ipomoea batatas* (L.) (SOLANALES:  
CONVOLVULACEAE) AO ATAQUE DE *Bedellia somnulentella* (Zeller, 1847)  
(LEPIDOPTERA: BEDELLIIDAE)**

**Diamantina - MG**

**2021**

**Maria Jéssica dos Santos Cabral**

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Ipomoea batatas* (L.) (SOLANALES:  
CONVOLVULACEAE) AO ATAQUE DE *Bedellia somnulentella* (Zeller, 1847)  
(LEPIDOPTERA: BEDELLIIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Alvarenga Soares

Coorientadora: Dra. Isabel Moreira da Silva

**Diamantina – MG**

**2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Catálogo na fonte - Sisbi/UFVJM

C117 Cabral, Maria Jéssica dos Santos  
2021 RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Ipomoea batatas* (L.)  
(SOLANALES: CONVULVULACEAE) AO ATAQUE DE *Bedellia*  
*somnulentella* (Zeller, 1847) (LEPIDOPTERA: BEDELLIIDAE)  
[manuscrito] / Maria Jéssica dos Santos Cabral. -- Diamantina,  
2021.  
54 p. : il.

Orientador: Prof. Marcus Alvarenga Soares.  
Coorientador: Prof. Isabel Moreira da Silva.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -- Universidade  
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-  
Graduação em Produção Vegetal, Diamantina, 2021.

1. Resistência de plantas. 2. Produção Vegetal. 3.  
Morfologia foliar. 4. Batata doce. 5. Pragas. I. Soares,  
Marcus Alvarenga. II. Silva, Isabel Moreira da . III.  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. IV.  
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFVJM  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Bibliotecário Rodrigo Martins Cruz / CRB6-2886  
Técnico em T.I. Thales Francisco Mota Carvalho



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**MARIA JÉSSICA DOS SANTOS CABRAL**

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Ipomoea batatas* (L.) (SOLANALES: CONVULVACEAE) AO ATAQUE DE *Bedellia somnulentella* (Zeller, 1847) (LEPIDOPTERA: BEDELLIIDAE)**

**Dissertação** apresentada ao programa de Pós-Graduação em **Produção Vegetal** da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, **nível de Mestrado**, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestra em Produção Vegetal**.

Orientador: Prof. **Marcus Alvarenga Soares**

Data de aprovação 01/03/2021.

Prof. Dr. Marcus Alvarenga Soares – UFVJM

Profª. Dra. Conceição Aparecida dos Santos – UFVJM

Dra. Elizangela Souza Pereira Costa – UFVJM

Dr. Evander Alves Ferreira – UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Marcus Alvarenga Soares, Servidor**, em 04/03/2021, às 14:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elizangela Souza Pereira Costa, Usuário Externo**, em 04/03/2021, às 15:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **EVANDER ALVES FERREIRA, Usuário Externo**, em 04/03/2021, às 15:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Conceição Aparecida dos Santos, Servidor**, em 04/03/2021, às 18:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

*Dedico este trabalho primeiramente  
a Deus e a minha família especialmente a  
minha Tia de coração, que me educou e  
me mostrou a importância de estudar...*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter concedido saúde, motivação, por ter colocado pessoas incríveis em minha vida e por mais este sonho alcançado. Sou eternamente grata a toda minha família, especialmente a minha Tia e Avó Fátima e Josefa (*In memoriam*) e meus irmãos, especialmente Jackson pelo suporte, por todos os sacrifícios, pela dedicação, por sempre acreditar em mim e incentivar a seguir em frente. Eu amo todos vocês!

Aos meus grandes amigos que estão comigo desde o início dessa longa jornada, que mesmo à distância, estiveram presentes em todos os momentos. Agradeço em especial a minha amiga Jessika Lima, por ter topado sair de Arapiraca – AL e se aventurar em Diamantina – MG e a Rodrigo Pinheiro. Obrigada por todo o companheirismo e resenhas!

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Marcus Alvarenga Soares, primeiramente por ter aceitado o desafio de me orientar e por ser um orientador com total dedicação e competência. Agradeço também a Marinalva Martins, por toda a paciência do mundo comigo e pelas orientações e estar sempre disponível para me ajudar, seu coração é enorme e muito lindo, obrigada por tudo! Agradeço a Isabel por ter sido de grande ajuda durante esse percurso e a todos do grupo Nemip. Aos professores e coordenadores da Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo belíssimo trabalho e acolhimento durante o curso.

Agradeço à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pela infraestrutura. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio à pesquisa.

Obrigada a todos!

## RESUMO

A batata doce, *Ipomoea batatas* (Solanales: Convolvulaceae), é um alimento de grande importância no mundo. Porém a expansão de áreas de produção de *I. batatas* pode resultar no aumento populacional de pragas e causar danos e perdas econômicas. O objetivo do trabalho foi identificar a preferência de oviposição, mensurar intensidade de ataque e caracterizar morfo e fisiologicamente os genótipos de *I. batatas* resistentes e suscetíveis a *Bedellia somnulentella* (Lepidoptera: Bedelliidae). Onze genótipos de *I. batatas* foram utilizados para os experimentos. Caracteres morfológicos que podem estar envolvidos no processo de resistência a *B. somnulentella* como, o número de tricomas foliares, área foliar consumida e morfologia das folhas foram analisados nos onze genótipos de *I. batatas*. Os genótipos de *I. batatas*, apresentaram diferentes graus de resistência a *B. somnulentella*, o genótipo UFMG 3, foi altamente suscetível, UFVJM 18, 526 e Brazlândia branca suscetíveis e os demais pouco suscetíveis a *B. somnulentella* para oviposição. A área foliar consumida dos genótipos UFVJM 1, 4, 18 e Rubssol foram as maiores, seguidos daquelas de UFVJM 2, 3, 291, 526 e Brazlândia branca. A resistência ou suscetibilidade a *B. somnulentella* não apresentou relação com a densidade de tricomas foliares. Folhas hastadas, sagitadas e deltoides obtiveram maior preferência por *B. somnulentella*. Genótipos de *I. batatas* atacados por *B. somnulentella* apresentaram alterações na fluorescência inicial da clorofila *a* (F0), houve um aumento da (Fm) e uma correlação negativa entre Fm/F0, mostrando estresse fotossintético nas plantas.

**Palavras-chave:** Bedelliidae; *Ipomea batatas*; Resistência de plantas.

## ABSTRACT

The sweet potato, *Ipomoea batatas* (Solanales: Convolvulaceae), is a food of great importance in the world. However, the expansion of *I. batatas* production areas can result in an increase in the population of pests and cause damage and economic losses. The objective of the work was to identify the preference for oviposition, measure the intensity of attack and characterize morphologically and physiologically the genotypes of *I. batatas* resistant and susceptible to *Bedellia somnulentella* (Lepidoptera: Bedelliidae). Eleven genotypes of *I. batatas* were used for the experiments. Morphological characters that may be involved in the resistance process to *B. somnulentella*, such as the number of leaf trichomes, leaf area consumed and leaf morphology were analyzed in the eleven *I. batatas* genotypes. The *I. batatas* genotypes showed different degrees of resistance to *B. somnulentella*, the UFMG 3 genotype was highly susceptible, UFVJM 18, 526 and Brazlândia Branca susceptible and the others were less susceptible to *B. somnulentella* for oviposition. The leaf area consumed from the UFVJM 1, 4, 18 and Rubssol genotypes were the largest, followed by those from UFVJM 2, 3, 291, 526 and Brazlândia Branca. The resistance or susceptibility to *B. somnulentella* was not related to the density of leaf trichomes. Raised, sagittal and deltoid leaves obtained high preference for *B. somnulentella*. Genotypes of *I. batatas* attacked by *B. somnulentella* showed changes in the initial fluorescence of chlorophyll a (F0), there was an increase in (Fm) and a negative correlation between Fm/F0, showing photosynthetic stress in plants.

**Key words:** Bedelliidae; *Ipomea batatas*; Plant resistance.



## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO CIENTÍFICO I

**Figura 1.** Tipos de folhas dos 11 genótipos de *Ipomea batatas* utilizadas no estudo, sagitada, cordiforme, hastada e deltoide.....23

**Figura 2.** Vista esquemática da gaiola para teste de preferência de oviposição com chance de escolha.....24

**Figura 3.** Área foliar em cm<sup>2</sup> consumida por *Bedellia somnulentella* em onze genótipos de *Ipomea batatas*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P <0,05), (média ± erro padrão).....25

**Figura 4.** Representações do consumo foliar de *Bedellia somnulentella* em onze genótipos de *Ipomea batatas* para avaliação da severidade (%) (em folhas para grupos com maior ataque (A), ataques médios (B) e menor ataque (C)).....25

**Figura 5.** Número de ovos de *Bedellia somnulentella* em onze genótipos de *Ipomea batatas* em um bioensaio com chance de escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P <0,05), (média ± erro padrão).....26

**Figura 6.** Número de tricomas adaxiais (A) e abaxiais (B) em onze genótipos de *Ipomea batatas*. Medias seguida pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (P <0,05), (média ± erro padrão).....27

### ARTIGO CIENTÍFICO II

**Figura 1.** Estruturas de rede estimadas com base na correlação de Spearman (P <0,05) gerada para folhas de *Ipomea batatas* atacadas (A), não atacadas (B) por *Bedellia somnulentella*. Taxa de transporte de elétrons (ETR), Fluorescência inicial (F0), Fluorescência máxima (Fm), razão entre a fluorescência variável e máxima (Fv/Fm) e razão entre a Fluorescência máxima e inicial (Fm/F0) .....42

**Figura 2.** Estudo de variáveis canônicas em plantas de *Ipomea batatas* não atacadas (1:1; 1:2; 1:11) e de Planta atacadas (2:1; 2:2; 2:11) por *Bedellia somnulentella*.....43

## LISTA DE TABELA

**Tabela 1.** Parâmetros: Fluorescência inicial da clorofila a (F0), fluorescência máxima (Fm), razão entre a fluorescência variável e máxima de clorofila a (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) de genótipos de batata doce atacados por *Bedellia somnulentella*, usando o erro padrão.....44

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
ARTIGO I.....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3 RESULTADOS.....	24
4 DISCUSSÃO.....	27
5 CONCLUSÕES.....	30
6 AGRADECIMENTOS.....	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ARTIGO II.....	36
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	37
1 INTRODUÇÃO.....	38
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3 RESULTADOS.....	41
4 DISCUSSÃO.....	46
5 CONCLUSÕES.....	49
6 AGRADECIMENTOS.....	49
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54

## INTRODUÇÃO GERAL

A família Convolvulaceae, compreende cerca de 60 gêneros e 1.930 espécies (JIANG et al., 2019). É amplamente distribuída pelo mundo e no Brasil possui, aproximadamente, 20 gêneros e 350 espécies (GOMES et al., 2019). *Ipomoea batatas* (L.) (Solanales: Convolvulaceae), a batata doce, tem origem nas Américas do Sul e Central e, atualmente, encontra-se distribuída em todo planeta como uma importante cultura que contribui para a segurança alimentar (OLIVEIRA et al., 2017). Adapta-se facilmente em diferentes tipos de solos e climas, além de possuir alta tolerância à seca associada à característica de fácil cultivo, o que a torna um cultivo de baixo custo de produção (SCHWEINBERGER et al., 2016). É uma planta rústica por ser mais tolerante a pragas e doenças se comparado às demais culturas (MAINO et al., 2019).

A *I. batatas* passa por estresses bióticos, tais como infestações por insetos pragas (SOUZA et al., 2019). As pragas que atacam a cultura são divididas entre pragas da raiz tuberosa e da parte aérea (COSTA et al., 2018). pragas da raiz de *I. batatas* desenvolvem e provocam danos, ao escavar galerias provocando hipertrofia dos tecidos, perfurações do caule e outras partes subterrâneas da planta (OLIVEIRA et al., 2017; FERREIRA et al., 2019). As principais pragas das raízes tuberosas de *I. batatas* são: *Euscepes postfasciatus* Fairm (Coleoptera: Cucurlionidae), *Cylas formicarius* Fabricius (Coleoptera: Brentidae) e *Megastes* sp. Guenée (Lepidoptera: Pyralidae) (ROESLER et al., 2008; MARCHESE et al., 2010; AZEVEDO et al., 2015).

As pragas da parte aérea resultam em alterações na morfologia das folhas que levam à senescência das mesmas, o rendimento de produção de raízes tuberosas cai devido ao excesso de perda da área fotossintética, afetando assim, o principal produto comercial (CHEN et al., 2017). As principais pragas da parte aérea são: *Diabrotica speciosa* Germar (Coleoptera: Chrysomelidae), *Typophorus nigrinus* Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae), *Empoasca kraemeri* Rossi & Moore (Hemiptera: Cicadellidae), *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae), *Conoderus* sp. Germ (Coleoptera: Elateridae) e *Bedellia somnulentella* Zeller (Lepidoptera: Bedelliidae) (SOARES et al., 2012; CASTRO, et al., 2013; ANDRADE JÚNIOR et al., 2016; SANTOS et al., 2018).

*Bedellia somnulentella* Zeller (Lepidoptera: Bedelliidae) é uma espécie polífaga, que provoca severos danos em *I. batatas* (SANTOS et al., 2018). Além de também se alimentar das plantas *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, *Ipomoea somnulenta* da

família Convolvulaceae, e de *Salix* sp. (Salicaceae), *Sisymbrium irio* (Crucifera) e *Solanum melongena* (Solanaceae) (SHOREY, 1970; PARENTI, 2000). Os danos em plantas hospedeiras ocorrem na fase larval do inseto, formando minas nas folhas jovens e maduras (SANTOS et al., 2020). As larvas de *B. somnulentella* à medida que se alimentam, causam danos secundários (TAWFIK M et al., 1976). Folhas minadas têm área fotossintética reduzida, com menor superfície foliar, o que acarreta em menor rendimento das raízes tuberosas e da produção (LENIS et al., 2006; ERPEN et al. 2013). No Brasil e na América do Sul, o primeiro registro desta praga ocorreu na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Diamantina, estado de Minas Gerais em 2018 (SANTOS et al., 2018).

Uma das alternativas dentro do manejo integrado de pragas (MIP) é a resistência de plantas a insetos, por influenciar o resultado do grau de dano que o inseto provoca, representando a capacidade que plantas possuem de alcançar maior produção e com boa qualidade (ANTONIO et al., 2019). Resistência é a capacidade da planta se recuperar sem perdas aparentes de rendimento após o ataque de pragas (GAYÁN et al., 2020). Plantas podem se defender de herbívoros por características morfológicas, químicas, ou por combinação de ambas (TUNES et al., 2019). Dentre as características morfológicas tem-se: tricomas, camadas epidérmicas de plantas espessas, depósitos de cera na superfície das plantas, dimensão das estruturas e disposição das estruturas (GAYÁN et al., 2020). Já as características químicas atuam no comportamento do inseto, provocando respostas favoráveis ou desfavoráveis, devido à presença de substâncias denominadas cairomônios e alomônios. Os alomônios (favorecem a espécie emissora), geralmente são compostos utilizados para a defesa da espécie e cairomônios (favorecem a espécie receptora) são as substâncias produzidas por uma presa e que são percebidas pelo predador (CARRILO-PERDOMO et al., 2019; TAADAOUT et al., 2021).

Substâncias que atuam no metabolismo do inseto e que provocam efeitos descritos relacionados à antibiose. Podem ser: metabólitos tóxicos, antimetabólitos que tornam indisponíveis aos insetos os nutrientes essenciais, enzimas que inibem o processo normal de digestão e fito-hormônios (OZAKA et al., 2019; GECER et al., 2020). Existem ainda relatos de impropriedades nutricionais, relacionadas à ausência ou desproporção entre nutrientes essenciais (ILHAN et al., 2021). A pesquisa e a seleção de genótipos com propriedades de resistência são importantes, visando táticas do MIP.

Os objetivos desta dissertação foram identificar a preferência para oviposição, mensurar a intensidade de ataque, caracterizar morfologicamente os genótipos resistentes e suscetíveis e avaliar o estresse em genótipos de *I. batatas* atacados ou não por *B. somnulentella*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Júnior et al. Resistance of sweet potato clones to *Meloidogyne javanica*. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 130-136, 2016.
- ANTONIO, Gabriel Leonardi et al. Action of resistance inducers in cocoa plants infected with *Ceratocystis cacaofunesta*. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 104-106, 2019.
- AZEVEDO, A. M. et al. Desempenho agrônômico e parâmetros genéticos em genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 84-90, 2015.
- CASTRO, B. M. et al. Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.): A new host for *Brevicoryne brassicae* (L.) and *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 220-223, 2013.
- CHEN, X. et al. Responses of root physiological characteristics and yield of sweet potato to humic acid urea fertilizer. **PloS One**, v. 12, n. 12, p. e0189715, 2017.
- COSTA, C. A. et al. Agricultura familiar e proteção das culturas: abordagens tradicionais e proximidade com práticas de agricultura biológica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. SPE, p. 231-240, 2018.
- ECHODU, R. et al. Farmers' practices and their knowledge of biotic constraints to sweet potato production in East Africa. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 105, p. 3-16, 2019.
- ERPEN, L. et al. Tuberization and yield of sweet potato according to planting dates in subtropical climate. **Bragantia**, v. 72, n. 4, p. 396-402, 2013.
- FAOSTAT (2020) **Brazil: Sweet potatoes, production quantity** (tons). IOP Publishing/PhysicsWeb. <https://www.factfish.com/statisticcountry/brazil/sweet%2520potatoes%2C%2520production%2520quantity>. Accessed 15 Feb 2021.
- FERREIRA, M. A. M. et al. Physiological characterization of plant growth in sweet potato. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 112-118, 2019.
- GAYÁN, E. et al. Combination of moderate heat and plant essential oil constituents to inactivate resistant variants of *Escherichia coli* in buffer and coconut water. **Food Microbiology**, v. 87, p. 103388, 2020.

- GECER, M. K. et al. Physicochemical characteristics of wild and cultivated apricots (*Prunus armeniaca* L.) from Aras's valley in Turkey. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 67, n. 4, p. 935-945, 2020.
- GOMES, M. S. D. et al. Simulation of the alcoholic fermentation process of bioethanol from the sweet potato residue (*Ipomoea potatoes* L. (Lam.)). **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 5, n. 2, p. 191-202, 2019.
- ILHAN, G. et al. Main agro-morphological and biochemical berry characteristics of wild-grown sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. caucasica Rousi) genotypes in Turkey. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1198, 2021.
- JIANG, Q. et al. Morphology, structure and in vitro digestibility of starches isolated from *Ipomoea batatas* (L.) Lam. by alkali and ethanol methods. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 125, p. 1147-1155, 2019.
- LENIS, J. I. et al. Leaf retention and cassava productivity. **Field Crops Research**, v. 95, p. 126–134, 2006.
- MARCHESE, A. et al. Seleção de clones de batata-doce resistentes a *Meloidogyne incognita* raça 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 997-1004, 2010.
- OLIVEIRA, A. et al. Performance of sweet potato clones for bioethanol production in different cultivation periods. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 57-62, 2017.
- OZKAN, G. et al. Some morphological and biochemical characteristics of wild grown *Caucasian Whortleberry* (*Vaccinium arctostaphylos* L.) genotypes from Northeastern Turkey. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 47, n. 2, p. 378-383, 2019.
- PARENTI, U. A Guide to the Microlepidoptera of Europa. **Museo Regionale di Scienze Naturali**, v.81.p. 426. 2000.
- SANTOS, E. A. et al. Sensitivity of sweet potato genotypes to clomazone and weed interference. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 2, p. 352-359, 2018.
- SANTOS, M. M. et al. First record of the sweet potato pest *Bedellia somnulentella* (Lepidoptera: Bedelliidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 2, p. 315-316, 2018.
- SANTOS, M. M. et al. Geographic distribution of the *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) pest, *Bedellia somnulentella* (Zeller) (Lepidoptera: Bedelliidae), in Minas Gerais state, Brazil. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 128, p. 617–621, 2021.
- SCHOENHERR, A. P. et al. *Mycorrhiza-induced* resistance in potato involves priming of defense responses against cabbage looper (Noctuidae: Lepidoptera). **Environmental Entomology**, v. 48, n. 2, p. 370-381, 2019.

SCHWEINBERGER, C. M. et al. Ethanol production from sweet potato: The effect of ripening, comparison of two heating methods, and cost analysis. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 94, n. 4, p. 716-724, 2016.

SHOREY, H. H. et al. Biology and control of the morning-glory leaf miner, *Bedellia somnulentella*, on sweet potatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 53, n. 6, p. 1119-1122, 1960.

SOARES, M. A. et al. Attack of two new spider mites on sweet potato (*Ipomoea batatas*) in Diamantina, Minas Gerais state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 971–971, 2012.

SOUZA, M. W. R. et al. First record of *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) attacking sweet potato in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 102, n. 3, p. 627-629, 2019.

TAWFIK M. F. S. et al. The life history of *Bedellia somnulentella* Zell. (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Bulletin of the Entomological Society of Egypt**, v. 60, p. 25–33, 1976.

TUNES, C. D. et al. Resistance of mutant tomatoes to trichomes against leaf pathogens. **Magistra**, v. 30, p. 104-112, 2019.

**ARTIGO CIENTÍFICO 1**  
**MORFOLOGIA FOLIAR COMO CARACTERÍSTICA PARA RESISTÊNCIA**  
**DE *Ipomoea batatas* L. (SOLANALES: CONVULVULACEAE) A *Bedellia***  
***somnulentella* (ZELLER, 1847) (LEPIDOPTERA: BEDELLIIDAE)**



## RESUMO

Plantas apresentam diferentes tipos morfológicos de folhas e modificações foliares conforme a espécie ou genótipos. A morfologia da planta tem sido associada com a resistência ou suscetibilidade aos insetos herbívoros. O objetivo foi descrever o comportamento alimentar e de oviposição de *Bedellia somnulentella* em diferentes genótipos de *I. batatas* e relacionar a morfologia foliar desses genótipos à resistência da planta a este inseto. Foram investigados 11 genótipos de *I. batatas* do banco de germoplasma da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Caracteres morfológicos como forma das folhas, número de tricomas foliares, testes com chance de escolha para oviposição e consumo foliar foram analisados. Com relação à morfologia das folhas, os genótipos foram divididos em folhas hastadas, sagitadas, cordiformes e deltoide. Os genótipos que apresentaram menor consumo de área foliar foram UFVJM 8 (6,3%) e 91(12,3%), os genótipos com maior consumo foliar pela praga foram UFVJM 4 (90%), UFVJM 1(88,9%), UFVJM 18 (83,7%) e Rubssol (76,8%). Os genótipos preferidos para a oviposição foram UFMG 3, UFVJM 18, 526 e Rubssol. Os genótipos UFVJM 1, 2, 4, 18 e 91, não apresentaram tricomas foliares na parte adaxial da folha, os genótipos UFMG 3, UFVJM 1, 2, 4, 18, 91, 291, 526 e Rubssol apresentaram tricomas na parte abaxial. A morfologia das folhas está relacionada com as plantas resistentes, podendo reduzir a alimentação por *B. somnulentella*. Folhas hastadas, sagitadas e deltoide foram mais consumidas e preferidas para oviposição aumentando a suscetibilidade dessa planta a *B. somnulentella*. A presença dos tricomas foliares não mostrou relação com a resistência ou suscetibilidade da planta à praga.

**Palavras-chave:** Batata doce. MIP. Morfologia foliares. Resistência.

## ABSTRACT

Plants have different morphological types of leaves and leaf modifications depending on the species or genotypes. The plant's morphology has been associated with resistance or susceptibility to herbivorous insects. The objective was to describe the feeding and oviposition behavior of *Bedellia somnulentella* in different genotypes of *I. batatas* and to relate the leaf morphology of these genotypes to the plant's resistance to this insect. Eleven genotypes of *I. batatas* from the germplasm bank at Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri (UFVJM) were investigated. Morphological characters such as leaf shape, number of leaf trichomes, tests with a choice of choice for oviposition and leaf consumption were analyzed. Regarding the morphology of the leaves, the genotypes were divided into stems, sagittal, cordiform and deltoid leaves. The genotypes with the lowest leaf area consumption were UFVJM 8 (6.3%) and 91 (12.3%), the genotypes with the highest leaf consumption by the pest were UFVJM 4 (90%), UFVJM 1 (88.9%), UFVJM 18 (83.7%) and Rubssol (76.8%). The preferred genotypes for oviposition were UFMG 3, UFVJM 18, 526 and Rubssol. Genotypes UFVJM 1, 2, 4, 18 and 91 did not present leaf trichomes in the adaxial part of the leaf, genotypes UFMG 3, UFVJM 1, 2, 4, 18, 91, 291, 526 and Rubssol presented trichomes in the abaxial part. The morphology of the leaves is related to the resistant plants to reduce the feeding by *B. somnulentella*. Raised, sagittal and deltoid leaves were more consumed and preferred for oviposition, increasing the susceptibility of this plant to *B. somnulentella*. The presence of leaf trichomes did not show any relationship with the resistance or susceptibility of the plant to the pest.

**Keywords:** Sweet potato. MIP. Leaf morphology. Resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

A batata-doce, *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck (Convolvulaceae) é uma espécie de grande importância econômica e social, devido a sua rusticidade, ampla adaptação climática e elevada capacidade de produção de biocombustíveis em curto espaço de tempo (NASCIMENTO et al., 2019; CHOU et al., 2020). É considerada uma planta de alta variabilidade genética, favorecendo a obtenção de materiais resistentes a pragas e doenças (WOOD et al., 2020). Apesar disso, *I. batatas* é suscetível a um grande número de insetos pragas, entre elas, *Bedellia somnulentella* (Zeller, 1847) (Lepidoptera: Bedelliidae) (SANTOS et al., 2018).

A *B. somnulentella* é um microlepidóptera importante por ser uma praga especialista de Convolvulaceae (SANTOS et al., 2018) e causar danos severos em batata-doce nos Estados Unidos, Porto Rico, África, Ásia, Europa e Oceania (SANTOS et al., 2021). Essa praga ocorre no Brasil apenas no estado de Minas Gerais, tendo sido registrada nas cidades de Diamantina, Salinas e Lavras em plantas de *I. batatas* (SANTOS et al., 2021). Os danos ao vegetal ocorrem na fase larval do inseto. As larvas de primeiro e segundo instar fazem minas serpenteadas, e a partir do terceiro instar formam minas maiores em folhas jovens e maduras de Convolvulaceae (SANTOS et al., 2018). Folhas minadas têm a área fotossintética e superfície foliar reduzida, o que acarreta em menor rendimento das raízes tuberosas e produtividade (ERPEN et al., 2013; SANTOS et al., 2018).

Estudos com genótipos resistentes a pragas de *I. batatas* vêm sendo realizados, tais como aqueles desenvolvidos para *Euscepes postfasciatus* Fairmaire (Coleoptera: Curculionidae) (OKADA et al., 2014, 2019; COLLINS et al., 2019), espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne* (Nematoda: Tylenchida) (KARURI et al., 2017; SOUSA-GONÇALVES, et al., 2019; SCHWARZ et al., 2021), *Cylas formicarius elegantulus* Summers (Coleoptera: Curculionidae) (CHEN et al., 2019), *Chaetocnema confinis* Crotch (Coleoptera: Chrysomelidae), larvas (Coleoptera: Elateridae, várias espécies) (ABNEY e KENNEDY, 2011) e ácaros *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) (CASTRO et al. 2019), que podem reduzir severamente a produtividade de *I. batatas*.

Para se defender dos ataques, as plantas podem desencadear mecanismos que influenciam o comportamento dos insetos (AMUSA et al., 2018; MBATYOTI et al., 2021). Uma planta apresenta resistência do tipo antixenose quando é menos preferida pelo

inseto para alimentação, oviposição e abrigo, do que outra em igualdade de condições (ORIANI et al., 2005; FATHI et al., 2014; HASANUZZAMAN et al., 2016; LIN et al., 2021). Características epidérmicas e morfológicas, tais como estruturais, dimensionais, disposição das folhas e presença de tricomas foliares estão relacionadas com o desenvolvimento de pragas entre os genótipos de plantas (ISLAM et al., 2010; NKHATA et al., 2021).

A antibiose caracteriza-se pelo efeito letal da planta sobre o inseto, provocando principalmente alterações no seu desenvolvimento e morte (El BOUHSSINI et al., 2013). Os principais efeitos da antibiose são: mortalidade das formas jovens, mortalidade na transformação para adultos, redução do tamanho e peso dos indivíduos, redução da fecundidade, alteração da proporção sexual e alteração no tempo de vida (CHUNG et al., 2011, 2013; TIAN et al., 2012, 2014). Já a tolerância refere-se à capacidade da planta suportar o ataque do inseto através da regeneração dos tecidos destruídos, emissão de novos ramos ou perfilho ou por outro meio, desde que não ocasione perda na qualidade e quantidade da produção (SUN et al., 2010; GIANOLI et al., 2017; CARRILLO-PERDOMO et al., 2019; TAADAOUIT et al., 2021).

A pesquisa e seleção de genótipos resistentes podem contribuir para o manejo integrado de pragas (MIP) visando à redução de pragas de forma segura, econômica e ecológica e, portanto, mais sustentável em longo prazo (SOARES et al., 2009; MOGHADAM et al., 2018). *Bedellia somnulentella* causa danos diretos e indiretos em *I. batatas* e não possui métodos de controle químico registrados no Brasil (AGROFIT, 2021), assim, a resistência de plantas a insetos é uma alternativa no controle desta praga.

O objetivo foi descrever o comportamento alimentar e de oviposição de *B. somnulentella* em diferentes genótipos de *I. batatas* que ocorrem em áreas de incidência dessa praga no Brasil, e relacionar a morfologia foliar desses genótipos à resistência da planta a este inseto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Local e condições dos experimentos*

Foram utilizados onze genótipos de *I. batatas* obtidas em casa de Vegetação no setor de olericultura da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Os genótipos foram (Brazlândia branca,

Rubssol, UFMG 03, UFVJM 01, 02, 04, 08, 18, 91, 291 e 526), o plantio dos genótipos foi realizado em vasos com capacidade de 10 e 1 litros, mantidos em casa de vegetação e irrigados por aspersão, diariamente. Em cada vaso foi realizado o transplante de três ramas de *I. batatas*. O solo foi adubado e corrigido segundo as recomendações para vasos (CANTARUTTI et al., 2007). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com onze tratamentos e dez repetições. Os genótipos de *I. batatas* Brazlândia branca, Rubssol, UFMG 03, UFVJM 01, 02, 04, 08, 18, 91, 291, 526 foram utilizados para medição da área foliar consumida, oviposição e densidade de tricomas que podem estar envolvidos no processo de resistência a *B. somnulentella*.

#### *Criação de Bedellia somnulentella*

Indivíduos de *B. somnulentella* foram multiplicados em gaiolas de madeira (0,35 x 0,35 x 0,30m), revestidas em tecido organza e abertura frontal de vidro, em temperatura ambiente, no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Pupas de *B. somnulentella* foram coletadas em folhas de *I. batatas* cultivadas em Casa de Vegetação, levadas para o Laboratório de Entomologia e acondicionadas em placas de Petri até a emergência dos adultos. Após emergência, os adultos foram transferidos e mantidos nas gaiolas de madeira com ramas de *I. batatas* fixadas dentro de bandeja plástica com 7,5 cm de altura, 22 cm de largura e 30 cm de comprimento, contendo água e fechados com espumas de poliuretano flexíveis. As folhas que serviram de substrato para a oviposição foram transferidas para outras gaiolas de mesmas dimensões e condições para a eclosão das lagartas, onde permaneceram até emergência dos adultos. Quando necessárias novas ramas de *I. batatas* e água foram adicionadas para manutenção da criação. Dentro da gaiola foi colocada solução açucarada (5,0%, p/v) para alimento dos adultos (PARRELLA; KOK, 1977).

#### **Procedimento metodológico**

##### *Área foliar*

Após 30 dias da inoculação de adultos de *B. somnulentella* nos genótipos, foram retiradas dez folhas de todos os genótipos e fotografadas por uma câmera LG K12 Prime de 16 megapixels com resolução de 4619×3464 pixels. Os sensores da câmera captam a luz e a imagem é formada por pontos denominados de *pixels* que possuem informações

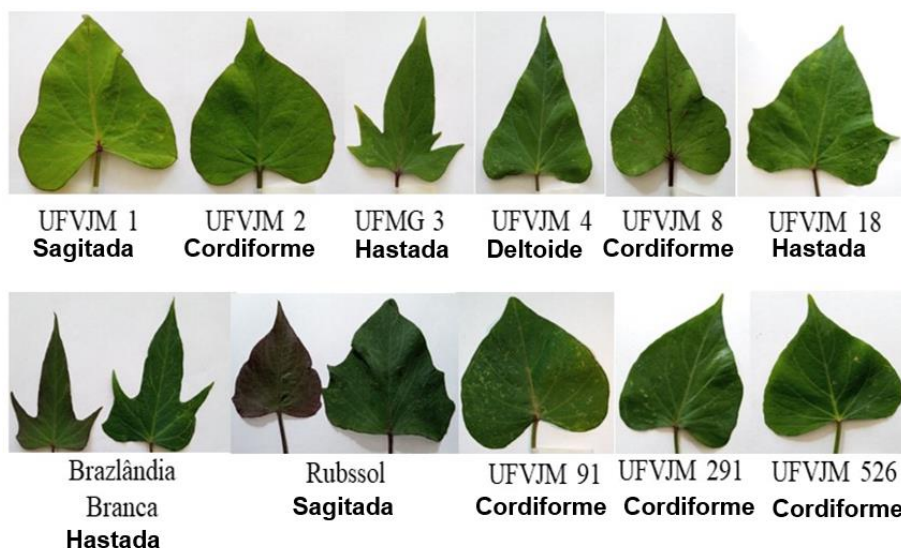
da luminosidade. A avaliação da área foliar de *I. batatas* consumida por *B. somnulentella* foi feita com o Software *LeaFImage* - medidor de área foliar, desenvolvido na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. - UFVJM. O sistema utilizado pelo Software *LeaFImage* faz a leitura dos *pixels* e separa aqueles com colorações previamente determinadas, ou seja, a área verde das folhas. Para destacar a área foliar consumida pelo inseto foi aplicada uma cor monocromática (vermelha) em substituição aos *pixels* da cor alvo. A quantidade de *pixels* que formam a imagem foi calculada, obtendo-se assim a área total das folhas e com a quantidade de *pixels* substituídos, foi possível determinar a área relativa consumida por *B. somnulentella*. A escala definida para fazer o cálculo da área foi em cm<sup>2</sup>.

### *Características foliares*

As características foliares como tipo de folhas, ápice da folha e base da folha (Fig. 1) foram outros fatores estudados para relacionar com a resistência dos genótipos de *I. batatas* a *B. somnulentella*. Os genótipos utilizados possuíam os seguintes tipos de folhas: folhas cordiforme, forma de um coração, onde a base é bem mais larga com uma reentrância e com os lobos arredondados (UFVJM 2, 8, 91, 291 e 526) (Fig. 1); deltóide com forma de um “delta” ou um triângulo isósceles, o ápice da folha corresponde ao ápice do triângulo (UFVJM 4) e sagitada, em forma de seta com a base reentrante e os lobos pontiagudos, voltados para baixo (UFVJM 1, 18 e Rubssol); hastada, semelhante à sagitada, apenas os lobos pontiagudos que são divergentes (UFMG 3 e Brazlândia branca). Foram analisados também o ápice da folha, que está relacionado com o terço superior do limbo, oposto à inserção da folha com o caule.

Nos genótipos foram identificados os seguintes tipos de ápice: com acúleo (UFMG 3, UFVJM 4 e Brazlândia branca); acuminado, o limbo estreita-se gradualmente para o ápice, terminando em ponta excessivamente aguda (UFVJM 2, 8, 18, 91, 291, 526); acuminado agudo, a região apical termina em ângulo agudo de maneira abrupta (UFVJM 1 e Rubssol). As formas da base da folha estão relacionadas com o terço inferior do limbo, ou seja, aquele que está em contato com o pecíolo ou com o caule, conforme for o caso. Os tipos de formas de base foliar encontrados nos genótipos foram: auriculada cordada, base reentrante com os lobos arredondados dando à base a forma de um coração (UFVJM 2, 8, 91, 291, 526); hastada, base reentrante com lobos agudos e voltados para o lado (UFMG 3, UFVJM 18, Brazlândia branca e Rubssol); sagitada, base reentrante e lobos

pontiagudos voltados para baixo (UFVJM 1) e truncada, os bordos na inserção com o pecíolo parecem ter sido cortados (UFVJM 4) (APPEZZATO & CARMELLO, 2012).



**Figura 1.** Tipos de folhas dos 11 genótipos de *Ipomea batatas* utilizadas no estudo, sagitada, cordiforme, hastada e deltoide.

### *Tricomas foliares*

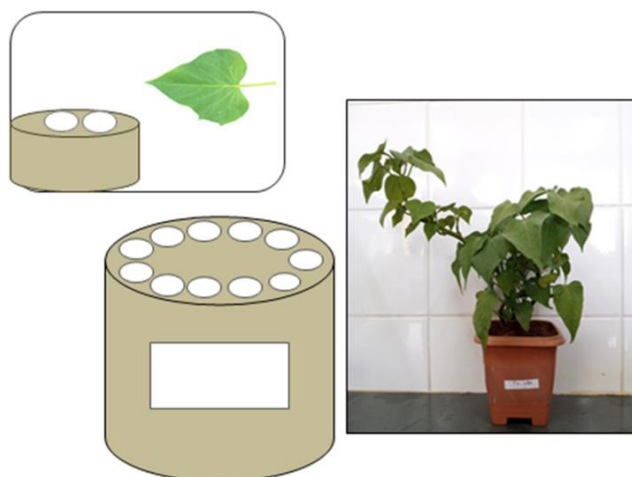
O número de tricomas, na parte abaxial e adaxial próxima à nervura central das folhas foi contado em cinco quadrantes de quatro folhas por genótipo, com área de 1,9 cm<sup>2</sup> cada, com auxílio de um Microscópio Estereoscópio Lupa 80×.

## **Oviposição**

### *Teste com chance de escolha*

Para a análise de ovoposição de *B. somnulentella* em *I. batatas* foi utilizada metodologia de Hasanuzzaman et al (2016) com modificações. Para tal foi confeccionada uma gaiola circular (40 cm de altura e 35 cm de diâmetro) com topo vedado com uma placa redonda não transparente de acrílico (2 mm de espessura), contendo onze orifícios circulares (2,5 cm de diâmetro) distantes entre si em 2,5 cm (Fig. 2). Nesses orifícios foram colocadas dez folhas, selecionadas de cada um dos cultivares de *I. batatas*, sem que as folhas fossem destacadas dos cultivares. Posteriormente, cinquenta adultos de *B. somnulentella* (25 machos e 25 fêmeas), foram liberados na gaiola. Ao longo do experimento, os indivíduos mortos, foram sendo substituídos. O número de ovos colocados em cada porção da folha foi contado após 24, 48 e 72 horas sob um

estereomicroscópio. O delineamento inteiramente casualizado foi repetido para que houvesse dez repetições para cada genótipo.



**Figura 2.** Vista esquemática da gaiola para teste de preferência de oviposição com chance de escolha.

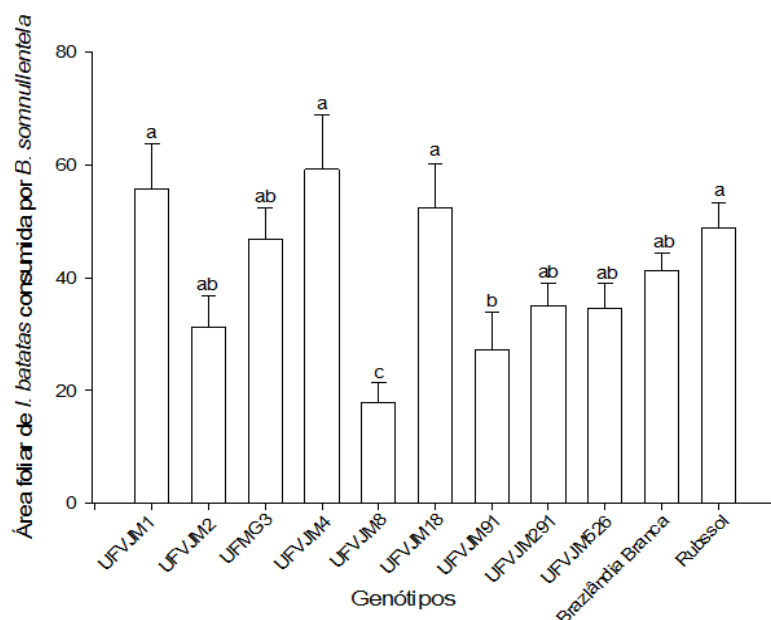
### **Análises estatísticas**

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade e normalidade dos resíduos e submetidos à Análise de Variância (ANOVA), posteriormente, foi utilizado o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para comparações entre os genótipos. Todos os testes foram conduzidos com o auxílio do software Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), version 9.1 (SAEG, 2007) (Fornecedor: “Universidade Federal de Viçosa”).

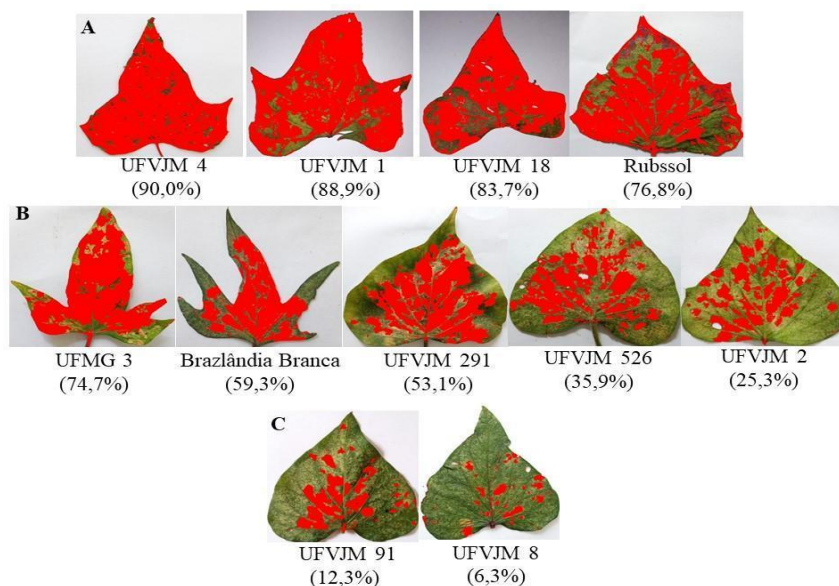
## **3 RESULTADOS**

A área foliar consumida por *B. somnulentella* variou de 6,3 a 90% entre os diferentes genótipos de *I. batatas* (Fig. 3), sendo UFVJM 4 (90%), UFVJM 1 (88,9%), 18 (83,7%) e Rubssol (76,8%) os genótipos com maior área foliar consumida, e UFVJM 8 (6,3%) e UFVJM 91 (12,3%) com menor área foliar consumida (Fig. 4).



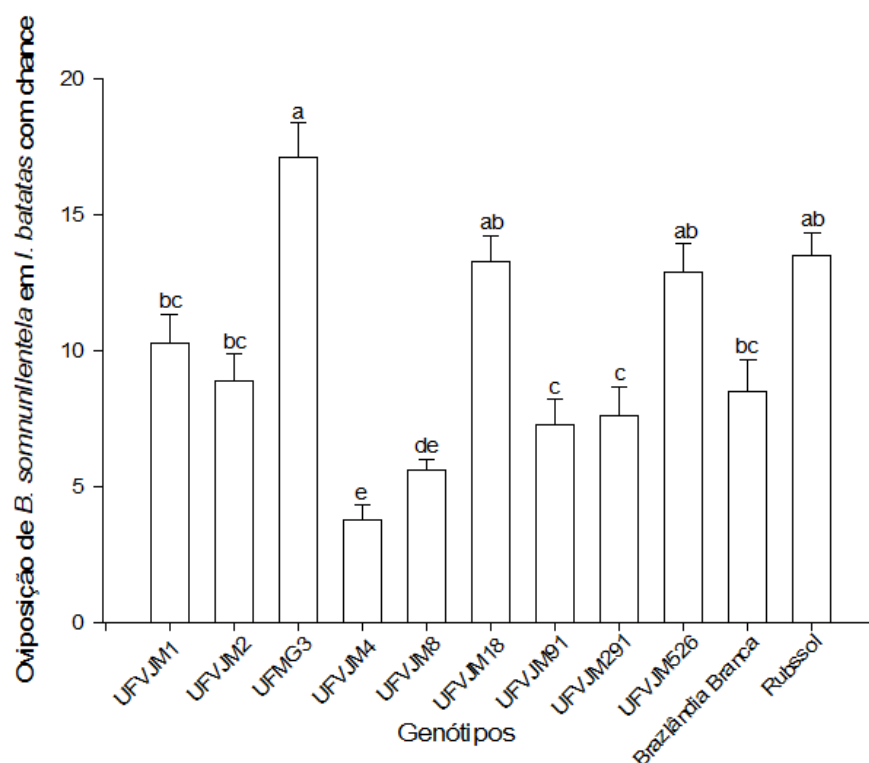


**Figura 3.** Área foliar em cm<sup>2</sup> consumida por *Bedellia somnulentella* em onze genótipos de *Ipomea batatas*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), (média  $\pm$  erro padrão).



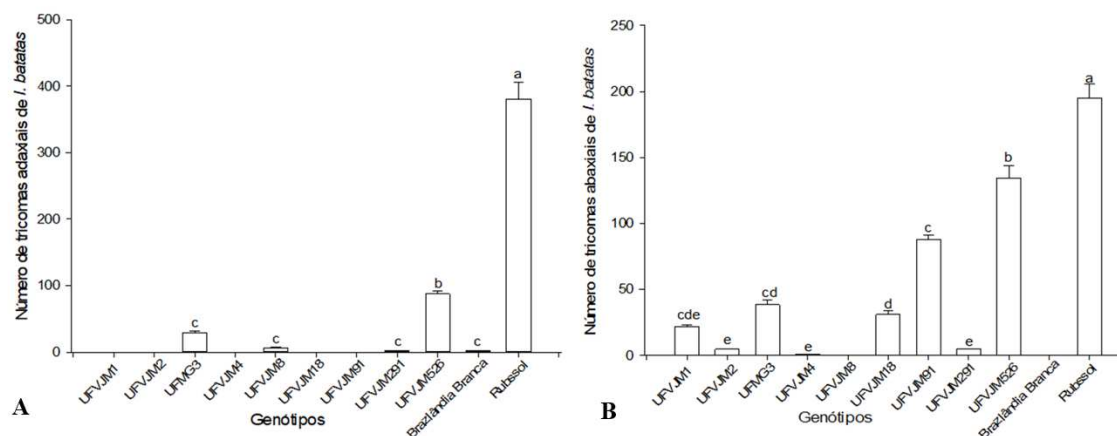
**Figura 4.** Representações da área foliar consumida por *Bedellia somnulentella* em onze genótipos de *Ipomea batatas* para avaliação da severidade (%) (em folhas para grupos com maior ataque (A), ataques médios (B) e menor ataque (C)).

A preferência oviposicional das fêmeas de *B. somnulentella* foi maior no genótipo UFMG 3, e a menor preferência nos genótipos UFVJM 4 e 8. Os outros genótipos apresentaram níveis intermediários de preferência oviposicional (Fig. 5).



**Figura 5.** Número de ovos de *Bedellia somnulentella* em onze genótipos de *Ipomea batatas* em um bioensaio com chance de escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), (média  $\pm$  erro padrão).

Todos os genótipos apresentaram tricomas tipo tector, o genótipo com maior densidade de tricomas foi Rubssol, tanto na parte adaxial como na abaxial das folhas (Fig. 6). O genótipo com a segunda maior densidade de tricomas foi UFVJM 526, com maior densidade na parte abaxial da folha (Fig. 6 B). Seguida pelos genótipos UFMG 3, UFVJM 8, 291 e Brazlândia branca com densidades menores de tricomas na parte adaxial da folha (Fig. 6 A). Os genótipos UFVJM 1, 2, 4, 18, e 91 não possuíam tricomas na parte adaxial (Fig. 6 A), já em relação à parte abaxial apenas os genótipos UFVJM 8 e Brazlândia branca não apresentaram tricomas foliares (Fig. 6 B).



**Figura 6.** Número de tricomas adaxiais (A) e abaxiais (B) em onze genótipos de *Ipomea batatas*. Medias seguida pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), (média  $\pm$  erro padrão).

A preferência de *B. somnulentella* para alimentação e oviposição não está relacionada com a densidade de tricomas da folha. Por outro lado, se relaciona com a morfologia das folhas, onde os genótipos mais preferidos para oviposição e alimentação apresentam folhas hastadas, sagitadas e deltoides.

#### 4 DISCUSSÃO

A pesquisa de genótipos resistentes é um fator importante na produção agrícola contribuindo para redução de pragas de forma segura, econômica e ecológica e também é mais sustentável em longo prazo (EHLER, 2006; FABRE et al., 2012). Neste estudo, foi observado que os genótipos de *I. batatas* com maiores áreas foliares consumidas por *B. somnulentella* foram UFVJM4 (90%), UFVJM1 (88,9%), UFVJM18 (83,7%) e Rubssol (76,8%). Essa maior preferência alimentar está, provavelmente, relacionada com os fatores morfológicos e físicos das folhas. As folhas de vegetais diferem em termos de área e formato, além disso, certa modificação anatômica da folha pode aumentar ou diminuir a interação entre genótipos e insetos (FERDU et al., 2010), podendo afetar a preferência por oviposição e alimentação (GOTTHARD et al., 2004; QURESHI et al., 2017). A relação da morfologia de folhas com o ataque de pragas tem sido relatada em outras plantas. O consumo de área foliar de *Vigna mungo* (Fabaceae) foi, positivamente, correlacionada com fatores morfológicos, com maior presença de ninfas e adultos de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) favorecendo a alimentação (TAGGAR e GILL, 2012).

Resultados semelhantes foram obtidos em estudo observando fatores morfológicos e físicos em planta de limão Cravo, tangerina Sunki e *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) onde os autores observaram que *P. citrella* não provocou lesão foliar para tangerina Sunki, enquanto 86% das folhas de limão *Citrus limonia*, L. apresentaram sintomas do ataque da praga (SANTOS et al., 2020). Em estudo com densidade larval de *P. citrella* foi relatado que os caracteres morfológicos foliares estão relacionados com maiores densidades larvais (ARSHAD et al., 2020). O que se correlaciona com nossos achados, onde em folhas com maiores densidades larvais obtiveram um consumo maior da área foliar. Variação na seleção de hospedeiros e danos por *P. citrella* foi devido a diversos fatores morfológicos como maciez ou dureza, presença ou ausência de tricomas e forma e cor das folhas (ARSHAD et al., 2020). O que é concordante com nossos resultados, já que a variação da relação entre a planta e o inseto foi devida às formas das folhas.

As características morfológicas da folha fazem com que uma planta se torne resistente. Cultivares resistentes podem reduzir a densidade populacional de pragas, consequentemente, com menor consumo por área foliar (CASTRO et al., 2019). Em experimento com diferentes genótipos de *I. batatas* atacados por *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) a densidade populacional do ácaro foi diferente entre genótipos, sendo o genótipo BD 29 altamente suscetível, os genótipos BD 08, BD 57, BD 17 e espanhola moderadamente suscetíveis, enquanto os demais apresentaram baixa suscetibilidade ao *T. ludeni* (CASTRO et al., 2018). Com isto, a maior área foliar dos genótipos BD 29 e BD 17 possibilitaram quantidade e qualidade do alimento para este ácaro (CASTRO et al., 2019). Isto pode estar relacionado com a alta densidade populacional do ácaro em BD 29, classificado como altamente suscetível (CASTRO et al., 2018; 2019). Em conclusão, a preferência alimentar de *B. somnulentella* está relacionada com a morfologia das folhas, onde a forma das folhas pode influenciar nas densidades populacionais das pragas. Os genótipos preferidos apresentam folhas hastadas, sagitadas e deltóides. Essas folhas apresentam formas foliares semelhantes, mais pontiagudas e que são utilizadas pela praga para tecer seus fios de seda construindo assim seu local de pupação, onde elas ficam penduradas. A escolha do local de oviposição é crucial para o sucesso reprodutivo do inseto e, consequentemente, para seu estabelecimento em um campo de cultivo, pois esta escolha pode reduzir o desempenho do inseto durante o desenvolvimento pós-embrionário ou mesmo na fase adulta (SANTOS et al., 2020). Com isto, a maior preferência para oviposição de *B.*

*somnulentella* em genótipos de *I. batatas* observada no genótipo UFMG 3 pode estar relacionada ao fato de que esse genótipo tem folhas recortadas e pontiagudas, tais como folhas hastadas e sagitadas, que são adequadas para o estabelecimento e desenvolvimento das pupas de *B. somnulentella*. Essas características foliares são observadas pelas fêmeas na hora da escolha do local onde ovipositar, já que o desenvolvimento da sua prole vai depender do local onde ela irá colocar seus ovos (SANTOS et al., 2020). Isso é particularmente importante em lepidópteros porque suas lagartas têm baixa mobilidade, por isso, dependem da escolha do local de alimentação feita pelas fêmeas adultas (BIONDI et al., 2018). Há uma pressão pelas fêmeas para colocar seus ovos em hospedeiros com alta qualidade de recursos alimentares, que parecem ser particularmente importantes em minadores de folhas, já que muitos deles têm alimentação restrita nos locais de oviposição (KOHANDANI et al., 2017).

Os genótipos UFVJM 4, 8, 91, 291 foram menos preferidos para oviposição, possivelmente, devido ao tipo de folha destes genótipos, que tem formato cordiforme. As estruturas das folhas são importantes para o desenvolvimento larval (RICHARDSON et al., 2011). Há diversos fatores que dificultam esse desenvolvimento larval em folhas. Fêmeas de *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville & Perrottet (Lepidoptera: Lyonetiidae) evitam a oviposição em plantas produtoras de inibidores de enzimas, uma vez que suas larvas poderiam ser afetadas por tais inibidores (SANTOS JÚNIOR et al., 2018). Este fato também ocorreu no teste com chance de escolha, onde as larvas de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae), em sua maioria, locomoveram-se para o alimento com folhas maiores, onde permaneceram alimentando-se, demonstrando que o formato foliar influencia na atratividade dessas larvas (OLIVEIRA et al., 2009). Em um estudo com *P. citrella*, os híbridos de plantas cítricas M x P222, C x R4 e C x R315 e tangerina Sunki foram os menos preferidos para oviposição devido ao formato das folhas, todos os genótipos menos preferidos possuíam folhas de forma trifoliadas com superfície da folha estreita (SANTOS et al., 2020). As dimensões e estruturas das folhas são características observadas pelos insetos pragas como essenciais para completar seu ciclo (ARSHAD et al., 2020).

A morfologia das plantas pode agir favorecendo ou dificultando a sobrevivência dos insetos (HAN et al., 2019). Alguns insetos são favorecidos por superfícies pilosas, para outros, a pilosidade dificulta a locomoção, alimentação e oviposição e para outros ainda pode não haver nenhuma interação (ROSTAMI et al., 2017). A resposta do inseto à pilosidade depende da densidade, tamanho e tipo dos tricomas (RAKHA et al., 2017).

A densidade de tricomas encontrados nos genótipos de *I. batatas* não interferiu no consumo e oviposição de *B. somnulentella*. O que diferiu dos resultados encontrados no experimento para preferência do ácaro vermelho *T. ludeni* em genótipos de *I. batatas*. Nesse caso, o genótipo BD 29, altamente suscetível a *T. ludeni* apresentou a maior densidade de tricomas tectores com  $26,29 \pm 8,12$  por  $\text{cm}^2$  (CASTRO et al., 2019).

A quantidade de tricomas pode variar na interferência de insetos pragas, folhas com maiores densidade de tricomas podem impedir a postura de ovos e a alimentação das larvas por meio de antixenose ou afetar a sobrevivência e o crescimento das larvas (AZEVEDO et al., 2003; RESENDE et al., 2006; BLEEKER et al., 2012; RAKHA et al., 2017). No entanto, em tomate *Solanum lycopersicum* (Solanaceae) a presença de tricomas não induziu efeito inibidor de oviposição de *Tuta absoluta* Meyrick, (Lepidoptera, Gelechiidae) (GILARDÓN et al., 2001). Em estudos realizados com *T. absoluta* para resistência de plantas em tomates cultivados de *S. lycopersicum* geralmente, os cultivares comerciais são altamente suscetíveis, com apenas alguns cultivares moderadamente resistentes, os traços de resistência, normalmente, são múltiplos, integrando resistência por antixenose e antibiose, e encontrados, principalmente, em genótipos selvagens (GHAREKHANI e SALEK-EBRAHIMI, 2014; SOHRABI et al., 2016, 2017; ROSTAMI et al., 2017).

Fatores morfológicos e a qualidade da planta podem atuar como mecanismos de defesa contra insetos herbívoros, resultando em desenvolvimento prolongado, reprodução reduzida e, menor crescimento populacional (QAYYUM et al., 2018). Isto se explica porque as principais pesquisas sobre características de resistência de plantas se concentraram na morfologia (BIONDI et al., 2018). Assim, a maior preferência de *B. somnulentella* por UFMG 3 para oviposição e por UFVJM 4 para consumo pode ser explicada pelos mecanismos de resistência morfológicos, assim, como também é observado que a menor preferência por alimentação e oviposição em UFVJM 8 e 91 está relacionada à anatomia foliar, já que as duas são folhas cordiformes e semelhantes. O perfil de voláteis que os genótipos apresentam possivelmente também influencia na escolha do inseto.

## 5 CONCLUSÕES

O genótipo UFVJM 4 foi considerado altamente suscetível para alimentação por *B. somnulentella* e o UFMG 3 altamente suscetível para oviposição. Os genótipos

UFVJM 1, 2, 18, 526 e Rubssol foram moderadamente suscetíveis, tanto para alimentação como oviposição, enquanto UFVJM 8 e 91 apresentaram baixa suscetibilidade a *B. somnulentella*. Estes últimos genótipos podem ser utilizados em programas de melhoramento genético visando desenvolver cultivares resistentes à *B. somnulentella*.

## 6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), e ao Programa de Produção Vegetal pelo suporte.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNEY, M. R.; KENNEDY, G. G. Relative susceptibility of two Sweet potato varieties to storage root damage by sweet potato flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and wireworm (Coleoptera: Elateridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 1, p. 143-148, 2011.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. (2021). [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Accessed 15 february 2021.

APPEZZATO-GLÓRIA, B., & CARMELLO-GUERREIRO, S. M., (2012). **Anatomia Vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV, v. 1, p404.[http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo\\_site/Biblioteca/Livro\\_4/7-Anatomia\\_Vegetal.pdf](http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/Livro_4/7-Anatomia_Vegetal.pdf). Accessed 15 february 2021.

ARSHAD, M. et al. Cultivar-specific infestation by *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), leaf morphology and trace elements in *citrus*. **Crop Protection**, v. 129, p. 105025, 2020.

AZEVEDO, S. M. et al. Zingiberene-mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. **Euphytica**, v. 134, n. 3, p. 347-351, 2003.

AMUSA, O. D. et al. Genetics of resistance to bruquids (*Callosobruchus maculatus* Fab.) In cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Journal of Stored Products Research**, v.75, n. 4, p. 18-20, 2018.

BIONDI, A. et al. Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future. **Annual Review of Entomology**, v. 63, p. 239-258, 2018.

- BLEEKER, P. M. et al. Improved herbivore resistance in cultivated tomato with the sesquiterpene biosynthetic pathway from a wild relative. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 49, p. 20124-20129, 2012.
- CANTARUTTI, R. B. et al. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. **Fertilidade do Solo**, p. 769-850, 2007.
- CARRILLO-PERDOMO, E. et al. Identification of novel sources of resistance to seed weevils (*Bruchus* spp.) in a faba bean germplasm collection. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1914, 2019.
- CASTRO, B. M. C. et al. Preference of red mite *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) to sweet potato genotypes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 2, p. 208-212, 2019.
- CASTRO, B. M. C. et al. Morphological characters of resistant and susceptible *Ipomoea batatas* genotypes to *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae). **Phytoparasitica**, v. 47, n. 4, p. 505-511, 2019.
- CHEN, J. et al. Host preference of sweet potato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers): an example of Hopkins' host-selection principle. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, n. 5, p. 779-786, 2019.
- CHEN, X. et al. Responses of root physiological characteristics and yield of sweet potato to humic acid urea fertilizer. **Plos One**, v. 12, n. 12, p. e0189715, 2017.
- CHOU, H. et al. Bioethanol productions with sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). **Indian Horticulture Journal**, v. 30, n. 1&2, p. 23-31, 2011.
- CHUNG, S. H. et al. Herbivore exploits orally secreted bacteria to suppress plant defenses. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 39, p. 15728-15733, 2013.
- CHUNG, S. H. et al. Specificity of induced resistance in tomato against specialist lepidopteran and coleopteran species. **Journal of Chemical Ecology**, v. 37, n. 4, p. 378-386, 2011.
- COLLINS, W. W. et al. Breeding sweet potato for insect resistance: A global overview. **Sweet Potato Pest Management**, p. 379-397, 2019.
- EHLER, L. E. et al. Integrated pest management (IPM): Definition, historical development and implementation, and the other IPM. **Pest Management Science**, v. 62, n. 8, p. 775-784, 2006.
- EL BOUHSSINI, M. et al. Sources of resistance in primary synthetic hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) to insect pests: Hessian fly, Russian wheat aphid and Sunn pest in the fertile crescent. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 60, n. 2, p. 621-627, 2013.



- ERPEN, L. et al. Tuberization and yield of sweet potato as affected by planting date in a subtropical climate. **Bragantia**, v. 72, n. 4, p. 396-402, 2013.
- FABRE, F. et al. Durable strategies to deploy plant resistance in agricultural landscapes. **New Phytologist**, v. 193, n. 4, p. 1064-1075, 2012.
- FATHI, S. A. A. & ABEDI, A. A. Ovipositional preference and life history parameters of *Lixus incanescens* (Coleoptera: Curculionidae) on selected sugar beet cultivars. **International Journal of Pest Management**, v. 60, n. 4, p. 293-299, 2014.
- FERDU, A. et al. Oviposition preference and larval performance of the sweet potato butterfly *Acraea acerata* on *Ipomoea* species in Ethiopia. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 12, n. 2, p. 161-168, 2010.
- GHAREKHANI, G. H. & SALEK-EBRAHIMI, H. Evaluating the damage of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) on some cultivars of tomato under greenhouse condition. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 47, n. 4, p. 429-436, 2014.
- GIANOLI, E. & SALGADO-LUARTE, C. Tolerance to herbivory and the resource availability hypothesis. **Biology Letters**, v. 13, n. 5, p. 20170120, 2017.
- GILARDÓN, E. et al. Role of tomato leaf glandular trichomes on oviposition of *Tuta absoluta*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 585-588, 2001.
- HAN, P. et al. Bottom-up effects of irrigation, fertilization and plant resistance on *Tuta absoluta*: implications for Integrated Pest Management. **Journal of Pest Science**, v. 92, n. 4, p. 1359-1370, 2019.
- HARIRI MOGHADAM, F. et al. Antixenosis Resistance in Sugar Beet Varieties to Long Snout Weevil *Lixus incanescens* Boh. (Col: Curculionidae). **Banat's Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 17, 2018.
- HASANUZZAMAN, A. T. M. et al. Leaf morphological characters can be a factor for intra-varietal preference of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) among eggplant varieties. **PLoS One**, v. 11, n. 4, p. 0153880, 2016.
- ISLAM, M. T. et al. Host preference and influence of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on eggplant (*Solanum melongena* L.). **Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science**, v. 60, n. 4, p. 320-325, 2010.
- KARURI, H. W. et al. A survey of root knot nematodes and resistance to *Meloidogyne incognita* in sweet potato varieties from Kenyan fields. **Crop Protection**, v. 92, p. 114-121, 2017.
- KOHANDANI, F. et al. Does insect mother know under what conditions it will make their offspring live? **Insect Science**, v. 24, n. 1, p. 141-149, 2017.
- LENIS, J. I. et al. Leaf retention and cassava productivity. **Field Crops Research**, v. 95, n. 2-3, p. 126-134, 2006.

- LIN, P. et al. Changes in tolerance and resistance of a plant to insect herbivores under variable water availability. **Environmental and Experimental Botany**, v. 183, p. 104334, 2021.
- MBATYOTI, A. et al. The host status of glyphosate-tolerant soy bean genotypes to *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus* infection. **Tropical Plant Pathology**, p. 1-14, 2021.
- NASCIMENTO, S. et al. Carotene yield in sweet potato after potassium and phosphorus fertiliser application. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 851-857, 2019.
- NKHATA, W. et al. Selection for bean fly (*Ophiomyia* spp) resistance and agronomic performance in selected common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) accessions. **Crop Protection**, v. 140, p. 105404, 2021.
- OKADA, Y. et al. Sweet Potato Resistance to *Euscepes post-fasciatus* (Coleoptera: Curculionidae): Larval Performance Adversely Effected by Adult's Preference to Tuber for Food and Oviposition. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 4, p. 1662-1673, 2014.
- OKADA, Y. et al. Genome-Wide Association Studies (GWAS) for Yield and Weevil Resistance in Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Plant Cell Reports**, v. 38, n. 11, p. 1383-1392, 2019.
- OLIVEIRA, F. A. et al. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 2, p. 182-187, 2009.
- ORIANI, M. G. et al. Influence of trichomes on ovipositional preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) for bean genotypes. **Neotropical Entomology**, v.34, n. 11, p. 97-103, 2005.
- PARRELLA, M. P. & KOK, L. T. The Development and Reproduction of *Bedellia somnulentella* on Hedge Bindweed and Sweet Potato. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 70, n. 6, p. 925-928, 1977.
- QAYYUM, S. et al. Entropy generation in dissipative flow of Williamson fluid between two rotating disks. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, v. 127, p. 933-942, 2018.
- RAKHA, M. et al. Screening recently identified whitefly/spider mite-resistant wild tomato accessions for resistance to *Tuta absoluta*. **Plant Breeding**, v. 136, n. 4, p. 562-568, 2017.
- RESENDE, J. T. V. et al. Resistance of tomato genotypes with high level of acylsugars to *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 1, p. 31-35, 2008.
- RICHARDSON, M. L. et al. Abundance of citrus leaf miner larvae on Citrus and Citrus-related germplasm. **HortScience**, v. 46, n. 9, p. 1260-1264, 2011.
- ROSTAMI, E. et al. Life table parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. **Journal of Applied Entomology**, v.141, n. 4, p. 88-96, 2017.

- SANTOS, M. M. et al. First record of the sweet potato pest *Bedellia somnulentella* (Lepidoptera: Bedelliidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 2, p. 315-316, 2018.
- SANTOS, M. M. et al. Geographic distribution of the *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) pest, *Bedellia somnulentella* (Zeller) (Lepidoptera: Bedelliidae), in Minas Gerais state, Brazil. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 128, n. 2, p. 617-621, 2021.
- SANTOS, M. S. et al. Ovipositional antixenosis to *Phyllocnistis citrella* Stainton in Citrus genotypes and related genera. **Phytoparasitica**, v. 48, n. 4, p. 621-628, 2020.
- SCHWARZ, T. R. et al. Screening Sweetpotato Genotypes for Resistance to a North Carolina Isolate of *Meloidogyne enterolobii*. **Plant Disease**, v. 105, n. 4, p. 1101-1107, 2021.
- SOHRABI, F. et al. Evaluation of ten tomato cultivars for resistance against tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under field infestation conditions. **Entomologia Generalis**, v. 36, n. 2, p. 163-175, 2016.
- SOHRABI, F. et al. Plant resistance to the moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato cultivars. **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 2, p. 203-209, 2017.
- SOUSA GONÇALVES, R. J. et al. Resistance to *Meloidogyne enterolobii* in sweet potatoes. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 51, n. 2, p. 318-332, 2019.
- SUN, Y. et al. Effects of resource availability on tolerance of herbivory in the invasive *Alternanthera philoxeroides* and the native *Alternanthera sessilis*. **Weed Research**, v. 50, n. 6, p. 527-536, 2010.
- TAADAOUIT, N. A. et al. First sources of resistance in faba bean (*Vicia faba* L.) to the stem borer weevil, *Lixus algerius* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Phytoparasitica**, v. 49, n. 7, p. 1-8, 2021.
- TAGGAR, G. K. & GILL, R. S. Preference of whitefly, *Bemisia tabaci*, towards black gram genotypes: Role of morphological leaf characteristics. **Phytoparasitica**, v. 40, n. 5, p. 461-474, 2012.
- TIAN, D. et al. Roles of ethylene and jasmonic acid in systemic induced defense in tomato (*Solanum lycopersicum*) against *Helicoverpa zea*. **Planta**, v. 239, n. 3, p. 577-589, 2014.
- TIAN, D. et al. Salivary glucose oxidase from caterpillars mediates the induction of rapid and delayed-induced defenses in the tomato plant. **PLoS One**, v. 7, n. 4, p. e36168, 2012.
- WOOD, J. R. et al. A foundation monograph of *Ipomoea* (Convolvulaceae) in the New World. **PhytoKeys**, v. 143, p. 1, 2020.

**ARTIGO CIENTÍFICO II**  
**FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a* EM PLANTAS DE *Ipomea batatas***  
**ATACADAS POR *Bedellia somnulentella* (LEPIDOPTERA: BEDELLIIDAE)**

## RESUMO

Mudanças fisiológicas em plantas de *Ipomea batatas*, submetidas a pragas, devem ser estudadas para manejo integrado neste cultivo. O objetivo foi avaliar a fluorescência da clorofila *a* em genótipos de *I. batatas* danificados ou não por *Bedellia somnulentella*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com onze tratamentos e dez repetições. A fluorescência inicial da clorofila *a*, máxima fluorescência, proporção entre fluorescência variável e fluorescência máxima da clorofila *a* e taxa de transporte de elétrons foram analisados. A fluorescência inicial da clorofila *a* teve uma correlação negativa entre as variáveis Fv/Fm e Fo. A relação Fv/Fm dos genótipos não atacados pela lagarta ficaram entre 0,51 e 0,75, já os atacados por *B. somnulentella* foram inferiores e entre 0,35 e 0,45. A taxa de transporte de elétrons foi menor nos genótipos atacados, indicando estresse nas plantas. As diferenças entre os genótipos atacados ou não por *B. somnulentella*, evidenciam estresses fotossintéticos nas plantas que podem acarretar respostas nas características agronômicas expressas no campo.

**Palavras-chave:** Batata doce. Clorofila. Mudanças fisiológicas.

## ABSTRACT

Physiological changes in *Ipomea batatas* plants, submitted to pests, should be studied for integrated management in this crop. The objective was to evaluate the fluorescence of chlorophyll *a* in genotypes of *Ipomea batatas* damaged or not by *Bedellia somnulentella*. The design used was completely randomized (DIC), with eleven treatments and ten repetitions. The initial fluorescence of chlorophyll *a* maximum fluorescence, ratio between variable fluorescence and maximum fluorescence of chlorophyll *a* and electron transport rate were analyzed. The initial fluorescence of chlorophyll *a* had a negative correlation between the variables Fv / Fm and Fo. The Fv / Fm ratio of the genotypes not attacked by the caterpillar were between 0.51 and 0.75, whereas those attacked by *B. somnulentella* were lower and between 0.35 and 0.45. The electron transport rate was lower in the attacked genotypes, indicating plant stress. The differences between the genotypes attacked or not by *B. somnulentella*, show photosynthetic stresses in the plants that can cause responses in the agronomic characteristics expressed in the field.

**Key words:** Sweet potato. Chlorophyll. Physiological changes.

## 1 INTRODUÇÃO

A batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lamark) é a sétima planta cultivada mais importante no mundo (WANG et al., 2016; ECHODU et al., 2019). Mais de 107 milhões de toneladas de raízes tuberosas são produzidas globalmente, principalmente, em países em desenvolvimento (JIANG et al., 2019). De acordo com as Nações Unidas (Conferência sobre Comércio e Desenvolvimento), a China é o maior produtor de *I. batatas* do mundo com 82,3% da produção global, e o Brasil ocupa a décima sexta posição em termos de produção global (FACTFISH, 2017). A raiz tuberosa desta espécie é amplamente utilizada como alimento e matéria prima para a produção de amido, as folhas e pecíolos são também utilizados para uso como volumoso para o gado ou como folhosas alimentares na China (XU et al., 2010; CUI et al., 2011).

As propriedades benéficas nas folhas vêm sendo muito exploradas, já que são ricas em compostos que podem proteger o corpo humano de danos oxidativos, inflamação, envelhecimento e hipertensão devido à presença de vários antioxidantes, incluindo os compostos fenólicos, flavonoides, vitamina C e carotenoides (RUMBAOA et al., 2009; XU et al., 2010; TAIRA et al., 2013; GUNATHILAKE e RANAWEERA, 2016; WANG et al., 2016). A *I. batatas* passa por limitações no seu desenvolvimento, ocorrendo, principalmente, devido à estresses fisiológicos causados por infestações de insetos pragas. *Bedellia somnulentella* (Zeller, 1847) (Lepidoptera: Bedelliidae) é uma espécie que causa danos em folhas de *I. batatas* (SANTOS et al., 2020). Os danos nas folhas ocorrem na fase larval do inseto, formando minas em todas as folhas jovens e maduras (ERPEN et al. 2013). O ataque de *B. somnulentella* em plantios de *I. batatas* ocasiona diminuição da superfície foliar acarretando diminuição da área de contato fotossintético e, como consequência, afetando a atividade da fotossíntese e causando o menor rendimento das raízes tuberosas e da produção (LENIS et al. 2006; ERPEN et al. 2013). O ataque de pragas minadoras de folhas pode afetar a eficiência quântica do transporte de elétrons através do PSII, alterando a emissão de fluorescência da clorofila *a* (BAKER & ROSENQVIST, 2004; YUSUF et al., 2010; AGAPITO-TENFEN et al., 2014; TRUONG et al., 2015).

A injúria pelo ataque de insetos causa estresse fisiológico nas plantas, que podem acarretar respostas nas características agrônômicas (AGAPITO-TENFEN et al., 2014). Para a fluorescência da clorofila *a* é analisado, o mecanismo de fotossíntese e as

alterações na capacidade fotossintética de plantas, essa análise da fluorescência da clorofila *a* permite maior entendimento dos mecanismos da fotossíntese e da avaliação da capacidade fotossintética alterada por estresses bióticos ou abióticos pelos quais as plantas estão sujeitas, como o ataque de insetos (SOARES et al., 2017; FENG et al., 2018; PERERA-CASTRO et al., 2018). Esses fatores ambientais afetam o crescimento das plantas e os seus efeitos têm sido pesquisados usando medições da eficiência máxima do fotossistema II (FSII) estimada pela razão entre a fluorescência variável e a máxima (Fv/Fm) (HAVAUX et al., 1988).

Outros parâmetros como a fluorescência inicial, fluorescência máxima e taxa de transporte de elétrons fornecem informações importantes a respeito das plantas (AGAPITO-TENFEN et al., 2014). O rendimento quântico máximo de PSII (Fv/Fm), avaliado pela taxa máxima de fluorescência da clorofila *a*, compara tecidos saudáveis com danos por fatores bióticos ou abióticos (ROUSSEAU et al., 2013). Folhas saudáveis têm Fv/Fm entre 0,75 e 0,85 e valores mais baixos indicam danos nos centros de reação PSII (BJORKMAN & POWLES, 1984). O estudo dos parâmetros de fluorescência tem sido muito utilizado, principalmente, no entendimento da fotossíntese, por ser um método não destrutivo, que permite a análise qualitativa e quantitativa da absorção e aproveitamento da energia luminosa pelo fotossistema II (NETTO et al., 2005).

A partir desses parâmetros é possível investigar o estresse fisiológico causado pelo ataque de pragas (SOUZA et al., 2020). A determinação da resposta fisiológica em plantas devido ao ataque de insetos pragas é um componente importante para entender a interação planta-inseto e desenvolver níveis de danos mais precisos (GONDA-KING et al., 2014). Os insetos herbívoros causam danos aos tecidos fotossintéticos, afetando o crescimento ideal e trazendo prejuízos às plantas (SINCLAIR & HUGHES, 2010). A perda direta de folhagem devido às atividades de alimentação de insetos, geralmente, altera as características fotossintéticas (NABITY et al., 2009; TATAGIBA et al., 2015). A fisiologia das plantas, expostas a pragas, deve ser estudada para entender sua tolerância e resistência a esses fatores, importantes para o manejo integrado de pragas - MIP (GUTSCHE et al., 2009; SIMPSON et al., 2012; FERREIRA et al., 2015).

Esse estudo teve por objetivo avaliar o estresse fisiológico, por meio das análises da fluorescência da clorofila *a*, de diferentes genótipos de *I. batatas* após ataque por *B. somnulentella*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Local e condições dos experimentos*

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia e em Casa de Vegetação no setor de Olericultura da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Diamantina, Minas Gerais (altitude 1.387 m, 18°10'S de latitude e 43°30'W de longitude).

O plantio dos genótipos foi realizado em vasos com capacidade de 10 litros, mantidos em casa de vegetação e irrigados por aspersão, diariamente. Em cada vaso foi realizado o transplante de três ramas de *I. batatas*. O solo foi adubado e corrigido segundo as recomendações para vasos (CANTARUTTI et al., 2007). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com onze tratamentos e dez repetições. Avaliou-se a Fluorescência de clorofila *a* nos genótipos de *I. batatas* Brazlândia branca, Rubssol, UFMG 03, UFVJM 01, 02, 04, 08, 18, 91, 291, 526.

### *Fluorescência de clorofila a*

Foram avaliadas folhas de *I. batatas* expostas ou não ao ataque de *B. somnulentella*. A infestação de *B. somnulentella* ocorreu naturalmente. As folhas utilizadas foram aquelas que não foram danificadas e as severamente danificadas (mais de 40% de destruição foliar) pela praga durante o experimento. A fluorescência inicial da clorofila *a* ( $F_0$  - quantum<sup>-1</sup> elétrons), fluorescência máxima ( $F_m$  - elétrons quantum<sup>-1</sup>) a razão entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima da clorofila *a* - eficiência quântica potencial de PSII - ( $F_v/F_m$ ) e a taxa de transporte de elétrons (ETR-  $\mu\text{mols elétrons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), foram avaliados nos onze genótipos após 90 dias do plantio, totalizando 220 análises. As medidas foram realizadas com um fluorômetro portátil PAM (JUNIORPAM, Heinz Walz GmbH- Alemanha) no terço médio da folha adulta mais jovem de plantas de *I. batatas*, após 30 min de adaptação das plantas ao escuro, com emissão de pulsos de luz saturante de 0,3 s sob frequência de 0,6 KHz (MAXWELLI & JOHNSON, 2000).

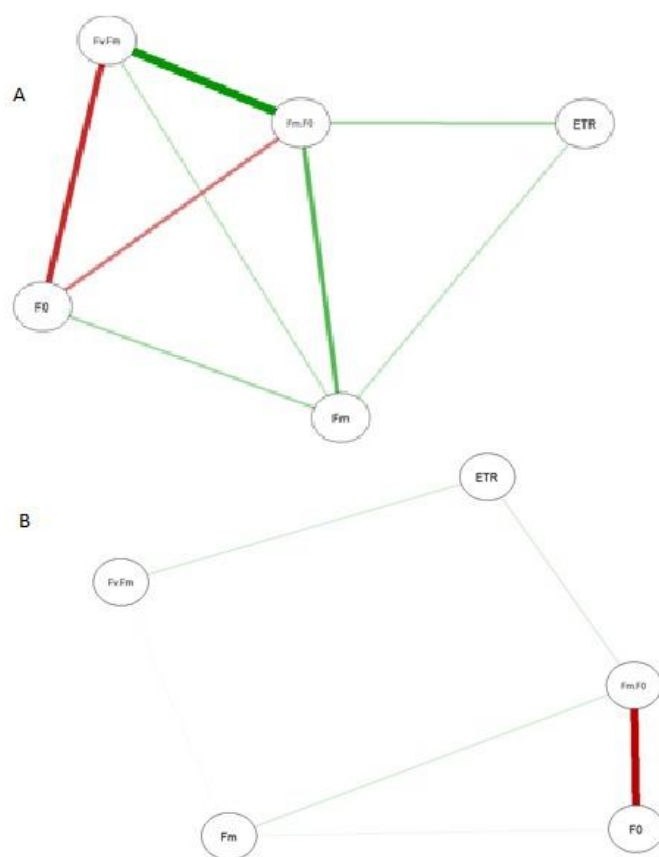


### *Análise estatística*

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade e normalidade dos resíduos e submetidos à Análise de Variância (ANOVA), posteriormente, foi utilizado o teste t ( $p \leq 0,05$ ) para comparações entre os genótipos, sempre dois a dois (dentro do mesmo genótipo - atacado e não atacado). Todos os testes foram conduzidos com o auxílio do software Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), version 9.1 (SAEG, 2007) (Supplier: “Universidade Federal de Viçosa”). Calculou-se a matriz de correlação de *Spearman*, entre as características mais significativas, as matrizes foram submetidas a redes de correlação. A espessura da borda foi controlada aplicando um corte de valor 0,26, o que significa que apenas as bordas  $\geq 0,26$  foram destacados. Essas análises foram realizadas usando o software R versão 3.4.1 por R Core Team. O procedimento da rede de correlação foi realizado usando o pacote *qgraph*.

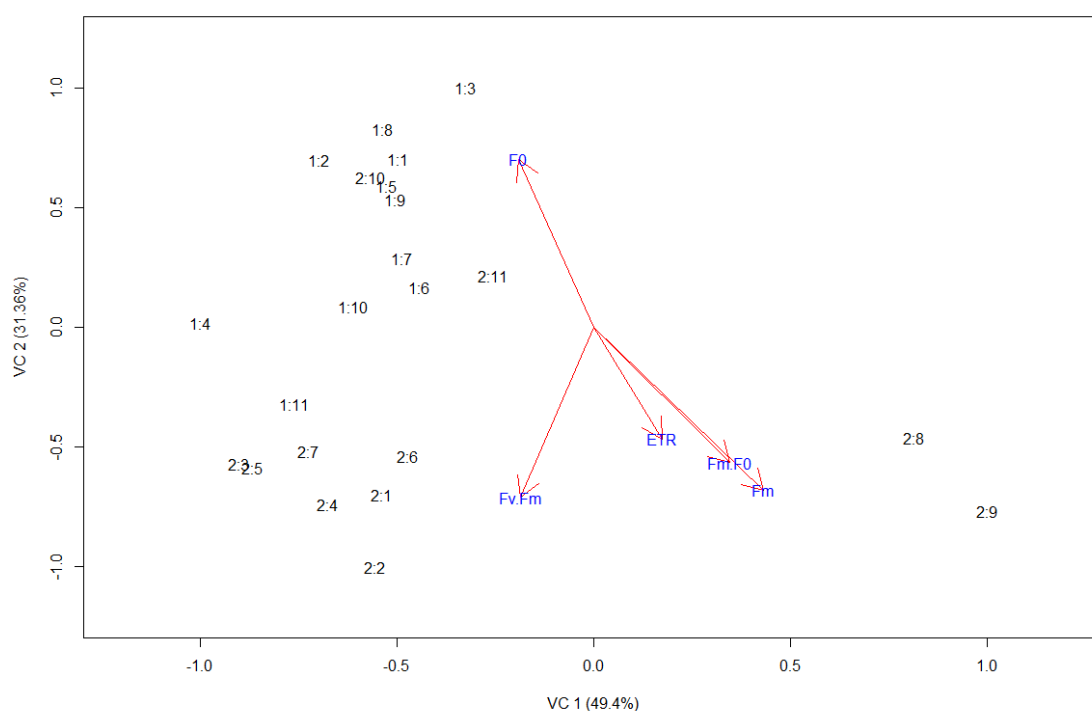
## **3 RESULTADOS**

Entre as plantas atacadas observou-se maior correlação positiva entre as variáveis Fv/Fm e Fm/Fo e alta correlação negativa entre as variáveis Fv/Fm e Fo (Figura 1 A). Ao se estimar a correlação de *Spearman* para as plantas não atacadas verificou-se alta correlação negativa entre Fm/Fo e Fo, para as demais variáveis relacionadas a fluorescência da clorofila *a*, foi observada baixa correção entre as variáveis (Figura 1A e 1B).



**Figura 1.** Estruturas de rede estimadas com base na correlação de Spearman ( $P < 0,05$ ) gerada para folhas de *Ipomea batatas* atacadas (A) e não atacadas (B) por *Bedellia somnulentella*. Taxa de transporte de elétrons (ETR), Fluorescência inicial (F0), Fluorescência máxima (Fm), razão entre a fluorescência variável e máxima (Fv/Fm) e razão entre a Fluorescência máxima e inicial (Fm/F0).

O gráfico de dispersão discriminou os genótipos não atacados (1:1; 1,2; 1:11) na maior parte localizados acima do eixo Y, já os genótipos atacados pela praga (2:1; 2:2; 2:11) estão localizados em sua maioria abaixo do eixo X do gráfico de dispersão. Esse comportamento indica diferenças fisiológicas marcantes entre as plantas atacadas e não atacadas pela praga. Setas na mesma direção indicam correlação positiva entre as variáveis. Dessa forma, as variáveis FV/Fm, ETR, Fm/Fo e Fm apresentam correlação positiva entre elas, no entanto, a variável Fo apresenta correlação negativa em relação as demais variáveis (Figura 2).



**Figura 2.** Estudo de variáveis canônicas em plantas de *Ipomoea batatas* não atacadas (1:1; 1:2; 1:11) e de plantas atacadas (2:1; 2:2; 2:11) por *Bedellia somnulentella*.

A fluorescência inicial da clorofila *a* dos genótipos atacados por *B. somnulentella* foram diferentes entre os genótipos UFMG 3, UFVJM 1, 2, 4, 91, 526, Brazlândia branca e Rubssol e foram semelhantes em UFVJM 8, 18 e 291. (Tabela 1). A fluorescência máxima da clorofila *a* foram coincidentes entre os genótipos UFVJM 1, 2, 8, 91, UFMG 3, Brazlândia branca e Rubssol atacadas ou não por *B. somnulentella*. A Fm dos genótipos UFVJM 4, 18, 291 e 526 foram diferentes com um aumento nos genótipos não atacadas por *B. somnulentella* (Tabela 1). Fv/Fm de plantas dos genótipos não atacadas pela lagarta ficaram entre 0,51 e 0,75. Os valores de Fv / Fm dos genótipos atacados por *B. somnulentella* foram bem menores e entre 0,35 e 0,45 (Tabela 1 ). A taxa de transporte de elétrons (ETR) dos genótipos atacados ou não por *B. somnulentella* diferiram apenas nos genótipos UFVJM 2, (Tabela 1). Para a relação Fo/Fm constatou-se maiores valores nas plantas não atacadas para todos os genótipos avaliados (Tabela 1). Plantas com valores de Fo/Fm variando de 4 a 6 não apresentam estresse no aparato fotossintético, sendo que, a cadeia de transporte de elétrons está funcionando de forma adequada.

**Tabela 1** - Parâmetros: Fluorescência inicial da clorofila a (F0), fluorescência máxima (Fm), razão entre a fluorescência variável e máxima de clorofila a (Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (ETR) de genótipos de batata doce atacados por *Bedellia somnulentella*, usando o erro padrão.

Genótipos	Par.	Sem ataque	Atacado	CV (%)
UFVJM 1	F0	23.90 ±1.53 a	39.20 ±1.60 b	20.25
	Fm	93.50 ±2.21 a	68.50 ±2.53 a	11.70
	Fm/Fo	3.91 ±0.42 b	1.7±0.82 a	12.81
	Fv/Fm	0.66±0.03 a	0.43±0.02 b	15.84
	ETR	20.84±1.11 a	18.66±0.88 a	15.03
UFVJM 2	F0	25.60 ±2.01 a	41.90 ±2.85 b	24.86
	Fm	109.30 ±9.74 a	76.20 ±4.72 a	19.60
	Fm/Fo	4.26 ±0.52 b	1.81 ± 0.78a	11.21
	Fv/Fm	0.72±0.02 a	0.45±0.02 b	18.66
	ETR	23.29±1.31 a	15.14±1.12 b	23.46
UFMG 3	F0	22.00 ±1.97 a	42.10 ±8.85 b	28.35
	Fm	93.30 ±5.68 a	66.3 ±3.36 a	16.06
	Fm/Fo	4.24 ±0.54 b	1.57 ±0.62 a	13.7
	Fv/Fm	0.72±0.02 a	0.35±0.04 b	38.52
	ETR	20.32±0.84 a	14.94±0.81 a	17.21
UFVJM 4	F0	21.60 ±1.10 a	35.60 ±1.84 b	29.13
	Fm	111.40 ±3.33 a	69.90 ±2.97 b	13.46
	Fm/Fo	5.15 ±0.11 b	1.96 ±0.38 a	13.78
	Fv/Fm	0.75±0.03 a	0.51±0.02 b	16.15
	ETR	19.38±1.24 a	13.37±0.99 a	23.54
UFVJM 8	F0	23.90 ±2.21 a	38.10 ±3.53 a	29.29

	Fm	108.60 ±8.92 a	82.10 ±5.51 a	21.26
	Fm/Fo	4.54 ±0.65 b	2.15 ±0.73 a	18.91
	Fv/Fm	0.73±0.06 a	0.53±0.04 a	27.52
	ETR	21.01±1.72 a	18.37±0.86 a	14.91
	F0	21.40 ±2.05 a	34.70 ±2.78 a	30.30
UFVJM 18	Fm	91.0 ±5.85 a	59.40 ±3.08 b	16.44
	Fm/Fo	4.25 ±0.42 b	1.71 ± 0.65 a	13.05
	Fv/Fm	0.64±0.03 a	0.40±0.05 a	38.99
	ETR	17.75±1.14 a	13.96±0.49 a	11.13
	F0	20.90 ±1.88 a	36.80 ±2.81 b	28.57
UFVJM 91	Fm	90.10 ±10.87 a	68.0 ±5.99 a	27.82
	Fm/Fo	4.31 ±0.54vb	1.85 ±0.73 a	19.79
	Fv/Fm	0.68±0.03 a	0.43±0.03 b	26.62
	ETR	19.43±0.83 a	16.35±1.27 a	24.69
	F0	24.90 ±3.94 a	41.3 ±2.53 a	50.14
UFVJM 291	Fm	110.20 ±6.10 a	70.60 ±2.62 b	11.78
	Fm/Fo	4.43 ±0.64 b	1.71 0,69 a	17.34
	Fv/Fm	0.51±0.01 a	0.41±0.02 a	20.49
	ETR	20.20±1.59 a	16.26±0.98 a	19.23
	F0	21.30 ±2.51 a	39.50 ±2.23 b	37.37
UFVJM 526	Fm	119.70 ±4.10 a	71.30 ±4.35 b	19.30
	Fm/Fo	5.62 ±1.02 b	1.81 7.38 a	21.67
	Fv/Fm	0.55±0.02 a	0.42±0.03 a	27.01
	ETR	19.68±0.63 a	15.31±0.69 b	14,42

Brazlândia branca	F0	17.60 ±2.33 a	34.10 ±1.10 b	42.03
	Fm	95.50 ±7.81 a	66.90 ±4.59 a	21.72
	Fm/Fo	5.43 ±0.67 b	1.96 ±0.91 a	20.87
	Fv/Fm	0.69±0.03 a	0.48±0.03 a	20.33
	ETR	23.79±1.28 a	17.93±0.64 a	11.35
Rubssol	F0	16.10 ±1.51 a	30.40 ±1.67 b	29.78
	Fm	100.60 ±6.91 a	69.30 ±2.09 a	9.57
	Fm/Fo	6.25 ±0.56 b	2.28 ±0.78 a	10.99
	Fv/Fm	0.69±0.02 a	0.52±0.02 a	16.83
	ETR	22.35±1.48 a	17.14±0.72 a	13.45

Médias seguidas da mesma letra minúscula por linha não diferem pelo teste de t a 5% de probabilidade.

#### 4 DISCUSSÃO

Foi observada uma alta correlação negativa entre Fm/F0 e F0, nas plantas atacadas pela praga. Essas maiores diferenças em fluorescência inicial da clorofila *a* (F0) dos genótipos atacados por *B. somnulentella* é explicada pelo fato da F0 não ser uma constante, o seu valor pode aumentar caso os centros de reação do PSII estejam comprometidos, ou se a transferência da energia de excitação do complexo antena para os centros de reação esteja prejudicada (BOLHAR-NORDENKAMPF et al., 1989). O valor de F0 é alterado por estresses do ambiente que causam alterações estruturais nos pigmentos fotossintéticos do PSII. A praga consome tecido fotossinteticamente ativo (parênquima clorofiliano, paliçádico e parênquima esponjoso), o que afeta os tecidos saudáveis da folha pela interrupção do transporte de fotoassimilados. Destruição dos vasos condutores do floema e do xilema. (KRAUSE & SANTARIUS, 1975; SCHREIBER & BERRY, 1977; SMILLIE & NOTT, 1979; CONROY et al., 1986). O que se assemelha aos resultados encontrados em genótipos de milho atacados por *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), onde ocorreu aumento da F0 em plantas de milho atacadas por esta praga (SOUZA et al., 2020). Isto pode indicar acúmulo de elétrons por

não transportar energia e, consequentemente, danos ao aparato fotossintético e danos estruturais nos centros de reação do fotossistema II ou comprometimento do transporte de energia dos complexos de antenas para os centros de reação dos fotossistemas I e II (DA CRUZ et al., 2009; GUTSCHE et al., 2009; FERREIRA et al., 2015). Pigmentos acessórios, como clorofila *a* e *b*, fazem parte do complexo de antena com a função principal de absorver os fótons e transferir a energia para o complexo do centro de reação (SIMPSON et al., 2012; BOLHAR-NORDENKAMPF et al., 1989).

Os genótipos atacados por *B. somnulentella* tiveram aumento na F0 quando comparados aos genótipos não atacados por *B. somnulentella*, indicando danos estruturais nos centros de reação do fotossistema II, ou comprometimento do transporte de energia dos complexos de antenas para os centros de reação dos fotossistemas I e II. A fluorescência máxima da clorofila *a* (Fm) foi coincidente entre a maioria dos genótipos. A Fm é representada pelo rendimento quântico máximo do PSII, desta maneira, ela está relacionada com a determinação do rendimento quântico fotoquímico do PSII para transferência de elétrons de quinona a (Qa) para quinona b (Qb) e para o pool de plastoquinona que reabre os centros de reação, reduzindo a fluorescência (SCHREIBER et al., 1998; BAKER & ROSENQVIST, 2004; DUYSSENS & SWEERS, 1963). O pico da fluorescência em cada pulso aplicado (Fm) é reduzido à medida que os valores de Qa são demonstrados (SCHREIBER et al., 1998; MAXWELL & JOHNSON, 2000 ; BAKER & ROSENQVIST, 2004). A redução da Fm caracterizada por deficiências de fotorreatividade da Qa, o principal aceptor de elétrons do fotossistema II, estão associadas à inativação de PSII nas membranas tilacóides afetando o fluxo de elétrons entre os fotossistemas (ZABELIN et al., 2016). Isto também foi relatado para genótipos de tabaco infestados por *Bemisia tabaci* Gennadius, (Hemiptera: Aleyrodidae) (LI et al., 2013 ).

Em estudo sobre estresse fisiológico em algodoeiro geneticamente modificado provocado por *Tetranychus ludeni* Zacher, (Acari: Tetranychidae) não foi detectada diferenças entre o algodão Bt e sua isolinha em função da infestação de *T. ludeni* para fluorescência máxima (Fm) (VALADARES et al., 2021). Os valores mais baixos de Fm nos genótipos atacados por *B. somnulentella* sugerem deficiências de foto redução da Qa, e estão relacionados ainda com o rendimento quântico máximo do PSII. Esse comportamento indica diferenças fisiológicas entre as plantas atacadas e não atacadas pela praga, confirmando um alto estresse fisiológico nas plantas atacadas por *B. somnulentella*.

Os valores de Fv/Fm de plantas dos genótipos não atacadas por *B. somnulentella* ficaram entre 0,51 e 0,75. Os valores de Fv/Fm dos genótipos atacados por *B. somnulentella* foram entre 0,35 e 0,45. Os valores Fv/Fm de plantas sem estresses deve estar dentro da faixa de 0,75 e 0,85, indicando bom estado fisiológico e ausência de estresses biótico ou abióticos no processo fotossintético. Fv/Fm está relacionada diretamente com a energia que é direcionada para a fotossíntese e a energia perdida na forma de calor e fluorescência em condição de estresse da planta. (OLIOSI et al., 2017; PINCEBOURDE et al., 2006; RAIMONDO et al., 2013). Fv/Fm abaixo do valor ideal foi relatada para plantas de *Citrus limon* (Rutaceae) atacadas por *Coccus hesperidum* Linnaeus, (Hemiptera: Coccidae), indicando estresse fisiológico causado pela praga (GOLAN et al., 2015). Em estudo com relação percentual de danos foliares devido à formação de minas por larvas de *Phyllocnistis citrella* Stainton, (Lepidoptera: Gracillariidae) com parâmetros de fotossíntese e troca gasosa foi observado que todos os parâmetros fisiológicos foram negativamente relacionados com a porcentagem de danos à folha em todos os cultivares de citros testados, principalmente, valores menores de Fv/Fm (ULLAH et al., 2020). Também foi relatada uma relação negativa do dano foliar devido ao ataque de *Orthezia praelonga* Douglas, (Hemiptera: Ortheziidae) em limão Cravo, *Citrus limonia* Osbeck (Rutaceae) em relação aos parâmetros fotossintéticos (FERREIRA et al., 2015). Pragas minadoras de folhas se alimentam de substâncias ativas fotossintéticas, seiva, nutrientes e as estruturas envolvidas na troca gasosa, reduzindo a maior relação fluorescência / fluorescência máxima variável (GUTSCHE et al., 2009). Houve uma redução desse parâmetro nos genótipos atacados por *B. somnulentella*, dentro da faixa de 0,35 e 0,45, isso se deve ao consumo do mesófilo das folhas, o material fotossinteticamente ativo, já que *B. somnulentella* é uma praga minadora de folhas.

A taxa de transporte de elétrons (ETR) dos genótipos atacados, ou não, por *B. somnulentella* diferiram no genótipo UFVJM 2 e 526. A ETR tem relação direta com a taxa fotossintética, assim pode-se haver inferências sobre a capacidade fotossintética dos biótipos atacados e não atacados (BERGAMASCHI, 2004; GUTSCHE et al., 2009; SIMPSON et al., 2012). A taxa estimada de transporte de elétrons pode ter uma queda no rendimento quântico quando uma planta sobre herbivoria (BILGER et al., 1987; BOLHAR-NORDENKAM et al., 1989). Em plantas de *Brassica oleracea* (Brassicaceae) e *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) atacada por *Murgantia histrionica* Hahn, e *Nezara viridula* Linnaeus, (Hemiptera: Pentatomidae) foram observados danos no transporte de elétrons e afetando a produção de ATP, NADPH e prejudicando o processo fotossintético



(BARBAGALLO et al., 2003; VELIKOVA et al., 2010). Em uma avaliação com plantas *Solanum lycopersicum* (Solanaceae) e *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) com alta infestação de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, (Hemiptera: Pseudococcidae) os autores relataram que a taxa de transporte de elétrons e as reações fotoquímicas foram menores (FERREIRA et al., 2015). Muitas espécies de minadores podem reduzir a fotossíntese líquida das culturas hospedeiras, devido a danos ao tecido foliar (PARRELLA et al., 1985; PENA & DUNCAN, 1993; GILBERT & GRÉGOIRE, 2003). Já em estudos em plantas de algodoeiro geneticamente modificado atacado por *T. ludei* não ocorreu estresse fisiológico no algodão Bt e sua isolinha em função da infestação na taxa de transporte de elétrons (ETR) (VALADARES et al., 2021). Os menores valores de ETR nos genótipos atacados por *B. somnulentella* são devido ao consumo da área foliar, reduzindo a área fotossintética ativa e a produção de fotoassimilados, causando um desequilíbrio entre a captura e o uso de energia de excitação, resultando em uma relação negativa e, conseqüentemente, um alto estresse fisiológico nessas plantas.

## 5 CONCLUSÃO

Genótipos de *I. batatas* apresentaram estresses fisiológicos quando atacados por *B. somnulentella*, obtendo um aumento da fluorescência inicial (F<sub>0</sub>), redução em relação à fluorescência/razão da fluorescência máximo variável (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>), que ficaram entre 0,35 e 0,45 e uma alta correção negativa entre as variáveis F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> e F<sub>o</sub>.

## 6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), e ao Programa de Produção Vegetal pelo suporte.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAPITO-TENFEN, S. Z. et al. Effect of stacking insecticidal cry and herbicide tolerance epsps transgenes on transgenic maize proteome. **BMC Plant Biology**, v. 14, n. 1, p. 346, 2014.

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.

BARBAGALLO, R. P. et al. Rapid, noninvasive screening for perturbations of metabolism and plant growth using chlorophyll fluorescence imaging. **Plant Physiology**, v. 132, n. 2, p. 485-493, 2003.

BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BJÖRKMAN, O.; POWLES, S. B. Inhibition of photosynthetic reactions under water stress: interaction with light level. **Planta**, v. 161, n. 6, p. 490-504, 1984.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R. et al. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, p. 497-514, 1989.

BOWN, A. W. et al. Insect footsteps on leaves stimulate the accumulation of 4-aminobutyrate and can be visualized through increased chlorophyll fluorescence and superoxide production. **Plant Physiology**, v. 129, n. 4, p. 1430-1434, 2002.

CONROY, J. P. et al. Chlorophyll *a* fluorescence and photosynthetic and growth responses of *Pinus radiata* to phosphorus deficiency, drought stress, and high CO<sub>2</sub>. **Plant Physiology**, v. 81, n. 2, p. 423-429, 1986.

CRUZ, M. C. M. et al. Fluorescência da clorofila *a* em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'Tahiti' submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 896-901, 2009.

DUYSENS, L. N. M.; SWEERS, H. E. In Studies on Microalgae and Photosynthetic Bacteria. **Japanese Society of Plant Physiologists**, n. 19, p. 353-372, 1963.

ECHODU, R. et al. Farmers' practices and their knowledge of biotic constraints to sweetpotato production in East Africa. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 105, p. 3-16, 2019.

ERPEN, L. et al. Tuberização e produtividade de batata-doce em função de datas de plantio em clima subtropical. **Bragantia**, v. 72, n. 4, p. 396-402, 2013.

FAOSTAT. **Brazil: Sweet potatoes, production quantity (tons)**. IOP Publishing Physics (2020).  
Web.<https://www.factfish.com/statisticcountry/brazil/sweet%2520potatoes%2C%2520production%2520quantity>. Accessed 15 Feb 2021

FENG, X. et al. Non-destructive determination of shikimic acid concentration in transgenic maize exhibiting glyphosate tolerance using chlorophyll fluorescence and hyperspectral imaging. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 468, 2018.

FERREIRA, E. A. et al. Respostas fisiológicas da mandioca à aplicação de herbicidas. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 645-655, 2015.

GENTY, B. et al. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 990, n. 1, p. 87-92, 1989.

GILBERT, M.; GRÉGOIRE, J. C. Visual, semi-quantitative assessments allow accurate estimates of leafminer population densities: an example comparing image processing and visual evaluation of damage by the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 127, n. 6, p. 354-359, 2003.

GOLAN, K. et al. Impact of scale insect infestation on the content of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence in two host plant species. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 9, n. 1, p. 55-65, 2015.

GONDA-KING, L. et al. Tree responses to an invasive sap-feeding insect. **Plant Ecology**, v. 215, n. 3, p. 297-304, 2014.

GUTSCHE, A. R. et al. Physiological responses of resistant and susceptible barley, *Hordeum vulgare* to the Russian wheat aphid, *Diurpahis noxia* (Mordvilko). **Arthropod-Plant Interactions**, v. 3, n. 4, p. 233-240, 2009.

HAVAUX, M. et al. Correlation between heat tolerance and drought tolerance in cereals demonstrated by rapid chlorophyll fluorescence tests. **Journal of Plant Physiology**, v.133, n. 5, p. 555-560, 1988.

JIANG, Q. et al. Morphology, structure and in vitro digestibility of starches isolated from *Ipomoea batatas* (L.) Lam. by alkali and ethanol methods. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 125, p. 1147-1155, 2019.

KMIEĆ, K. et al. The effect of galling aphids feeding on photosynthesis photochemistry of elm trees (*Ulmus* sp.). **Photosynthetica**, v. 56, n. 4, p. 989-997, 2018.

KRAUSE, G. H.; SANTARIUS, K. A. Relative thermostability of the chloroplast envelope. **Planta**, v. 127, n. 3, p. 285-299, 1975.

LENIS, J. I. et al. Leaf retention and cassava productivity. **Field Crops Research**, v. 95, p. 126-134, 2006.

LI, Q. et al. Dynamic changes in photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Nicotiana tabacum* infested by *Bemisia tabaci* (Middle East-Asia Minor 1) nymphs. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 7, n. 4, p. 431-443, 2013.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 345, p. 659-668, 2000.

MOHAMMED, G. H. et al. Chlorophyll fluorescence: a review of its practical forestry applications and instrumentation. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v. 10, n. 1-4, p. 383-410, 1995.

- NABITY, P. D. et al. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 655-663, 2009.
- NETTO, A.T. et al. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 104, n. 2, p. 199-209, 2005.
- OLIOSI, G. et al. Chlorophyll a fluorescence transient and vegetative growth in Conilon coffee under different nitrogen sources. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 248-259, 2017.
- PARRELLA, M. P. et al. Effect of leaf mining and leaf stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of chrysanthemum. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, n. 1, p. 90-93, 1985.
- PEÑA, I. E.; DUNCAN, R. Control of the citrus leaf miner. **Proceedings of the Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society**, v. 106, p. 47-51, 1993.
- PERERA-CASTRO, A. V. et al. Changes in thermic limits and acclimation assessment for an alpine plant by chlorophyll fluorescence analysis: F v/F m vs. R fd. **Photosynthetica**, v. 56, n. 2, p. 527-536, 2018.
- PINCEBOURDE, S. et al. Herbivory mitigation through increased water-use efficiency in a leaf-mining moth–apple tree relationship. **Plant, Cell & Environment**, v. 29, n. 12, p. 2238-2247, 2006.
- RAIMONDO, F. et al. Does citrus leaf miner impair hydraulics and fitness of citrus host plants? **Tree Physiology**, v. 33, n. 12, p. 1319-1327, 2013.
- ROUSSEAU, C. et al. High throughput quantitative phenotyping of plant resistance using chlorophyll fluorescence image analysis. **Plant Methods**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2013.
- SANTOS, E. A. et al. Sensitivity of sweet potato genotypes to clomazone and weed interference. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 2, p. 352-359, 2018.
- SANTOS, M. M. et al. First record of the sweet potato pest *Bedellia somnulentella* (Lepidoptera: Bedelliidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 2, p. 315-316, 2018.
- SANTOS, Marinalva Martins et al. Geographic distribution of the *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) pest, *Bedellia somnulentella* (Zeller) (Lepidoptera: Bedelliidae), in Minas Gerais state, Brazil. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 128, p. 617–621, 2020.
- SCHREIBER, U. et al. In: **Photosynthesis: a comprehensive treatise**. (ed.) Raghavendra, A. S. Cambridge University Press, Cambridge, 1998. p.320.
- SCHREIBER, U.; BERRY, J. A. Heat-induced changes of chlorophyll fluorescence in intact leaves correlated with damage of the photosynthetic apparatus. **Planta**, v. 136, n. 3, p. 233-238, 1977.

SCHREIBER, U.; BILGER, W. Rapid assessment of stress effects on plant leaves by chlorophyll fluorescence measurements. In: **Plant Response to Stress**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1987. p. 27-53.

SIMPSON, K. L. S. et al. The response of aphids to plant water stress—the case of *Myzus persicae* and *Brassica oleracea* var. capitata. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 142, n. 3, p. 191-202, 2012.

SINCLAIR, R. J.; HUGHES, L. Leaf miners: the hidden herbivores. **Austral Ecology**, v. 35, n. 3, p. 300-313, 2010.

SMILLIE, R. M.; NOTT, R. Heat injury in leaves of alpine, temperate and tropical plants. **Functional Plant Biology**, v. 6, n. 1, p. 135-141, 1979.

SOARES, B. O. C. et al. Efeito do ataque de Mahanarva fimbriolata (Hemiptera: Cercopidae) sobre parâmetros fotossintéticos de genótipos de cana-de-açúcar com suscetibilidade contrastante. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 6, p. 2686–2691, 2017.

SOUZA, C. G. et al. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **PUBVET**, v. 13, p. 166, 2019.

SOUZA, Michael Willian Rocha et al. Fluorescence of chlorophyll a in transgenic maize with herbicide application and attacked by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Phytoparasitica**, v. 48, p. 567-573, 2020.

SOUZA, T. I. B. D. et al. Resistência de cultivares de batata-doce à *Euscepes postfasciatus* (FAIR., 1849) (Coleoptera: Curculionidae). **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 29, 2019.

TANG, C. et al. Nutritional composition and health benefits of leaf-vegetable sweet potato in South China. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 96, p. 103714, 2021.

TRUONG, D. H. et al. Proteomic analysis of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh responses to a generalist sucking pest (*Myzus persicae* Sulzer). **Plant Biology**, v. 17, n. 6, p. 1210-1217, 2015.

ULLAH, M. I. et al. Physiological characteristics of citrus plants infested with citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. sup2, p. S871-S883, 2020.

VALADARES, N. R. et al. Behavior and development of *Tetranychus ludeni* Zacher, 1913 (Acari: Tetranychidae) and physiological stress in genetically modified cotton expressing Cry1F and Cry1Ac proteins. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, n. 2, p. 251-257, 2021.

VELIKOVA, V. et al. Influence of feeding and oviposition by phytophagous pentatomids on photosynthesis of herbaceous plants. **Journal of Chemical Ecology**, v. 36, n. 6, p. 629-641, 2010.

YUSUF, M. A. et al. Overexpression of  $\gamma$ -tocopherol methyl transferase gene in transgenic *Brassica juncea* plants alleviates abiotic stress: physiological and chlorophyll a fluorescence measurement. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics**, v. 1797, n. 8, p. 1428-1438, 2010.

ZABELIN, A. A. et al. Characterization of the low-temperature triplet state of chlorophyll in photosystem II core complexes: Application of phosphorescence measurements and Fourier transform infrared spectroscopy. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics**, v. 1857, n. 6, p. 782-788, 2016.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os genótipos de *I. batatas* obtiveram variações quanto a preferência por oviposição e alimentação da praga *B. somnulentella*. O genótipo UFVJM 4 foi considerado altamente suscetível para alimentação e UFMG 3 altamente suscetível para oviposição, seguidos dos UFVJM 1, 18, 526 e Rubssol que foram moderadamente suscetíveis, tanto para alimentação como oviposição, enquanto UFVJM 2, 8 e 91 apresentaram baixa suscetibilidade a *B. somnulentella*. Genótipos de *I. batatas* atacados por *B. somnulentella* apresentaram correlação negativas na Clorofila *a* indicando nível de estresses fotossintéticos nas plantas. Houve um aumento da fluorescência inicial (F0) e em relação à fluorescência/razão da fluorescência máximo variável (Fv/Fm) dos genótipos atacados por *B. somnulentella*, que foram entre 0,35 e 0,45, indicando estresse no aparato fotossintético. Os genótipos que obtiveram menor estresse fisiológico provocado por *B. somnulentella* foram UFVJM 8, 18, 291, Brazlândia branca e Rubssol, sendo que o genótipo UFVJM 8 apresentou a melhor performance, pois não apresentou diferenças fisiológicas entre as plantas atacadas e não atacadas *B. somnulentella*.